

**T.C.
MİLLÎ EĞİTİM BAKANLIĞI**

AİLE VE TÜKETİCİ HİZMETLERİ

İÇME VE KULLANMA SU TESİSLERİ

Ankara, 2014

- Bu modül, mesleki ve teknik eğitim okul/kurumlarında uygulanan Çerçeve Öğretim Programlarında yer alan yeterlikleri kazandırmaya yönelik olarak öğrencilere rehberlik etmek amacıyla hazırlanmış bireysel öğrenme materyalidir.
- Millî Eğitim Bakanlığınca ücretsiz olarak verilmiştir.
- **PARA İLE SATILMAZ.**

İÇİNDEKİLER

AÇIKLAMALAR	iii
GİRİŞ	1
ÖĞRENME FAALİYETİ-1	3
1. DEZENFEKSİYON TESİSLERİ.....	3
1.1. Dezenfeksiyon Yöntemleri.....	3
1.1.1. Fiziksel Yöntemler.....	4
1.1.2. Kimyasal Yöntemler	5
1.2. Dezenfeksiyonlar	7
1.2.1. Klor	7
1.2.2. Ultraviyole Radyasyon.....	9
1.2.3. Ozon.....	10
UYGULAMA FAALİYETİ	12
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	14
ÖĞRENME FAALİYETİ-2	15
2. ARITMA TESİSLERİ.....	15
2.1. Fiziksel Arıtım Tesisleri.....	16
2.1.1. Izgaralar	16
2.1.2. Elekler.....	17
2.1.3. Öğütücüler	17
2.1.4. Kum Tutucular.....	17
2.1.5. Yağ Tutucu	18
2.1.6. Dengeleme Havuzu	19
2.1.7. Çökeltim Havuzları.....	19
2.1.8. Flotasyon (Yüzdürme).....	21
2.2. Kimyasal Arıtım Tesisleri.....	21
2.2.1. Nötralizasyon	22
2.2.2. Koagülasyon	22
2.2.3. Flokülasyon.....	23
2.2.4. Kimyasal Çökeltme Havuzu	23
2.2.5. Lamelli Çökeltme Havuzu	23
2.3. Biyolojik Arıtım Tesisleri	23
2.3.1. Aerobik Prosesler.....	24
2.3.2. Aktif Çamur	24
2.3.3. Nitrifikasyon ve Denitrifikasyon Sistemleri	25
2.3.4. Stabilizasyon Havuzları Sistemi	25
2.3.5. Havalandırmalı Lagünler	27
2.3.6. Damlatmalı Filtre	27
2.3.7. Biyodisk ve Biyokafes Sistemleri.....	28
2.3.8. Dolgu Yataklı Reaktörler.....	28
2.3.9. Aktif Çamur/Damlatmalı Filtre Ardışık Sistemleri.....	28
2.3.10. Anoksik Sistemler	28
2.3.11. Anaerobik Sistemler.....	29
2.3.12. Anaerobik Filtreler.....	29
2.3.13. Ardışık Aerobik/Anoksik ya da Anaerobik Sistemler	29

2.3.14. İleri ve Son Arıtma Metotları.....	29
2.4. Arıtım İşlemleri.....	30
2.4.1. Koyulaştırma.....	30
2.4.2. Çökeltme.....	31
2.4.3. Filtrasyon.....	31
2.4.4. Dezenfeksiyon.....	32
2.4.5. Depolama.....	32
UYGULAMA FAALİYETİ.....	34
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME.....	36
ÖĞRENME FAALİYETİ-3.....	37
3. İLETİŞİM TESİSLERİ.....	37
3.1. İletişim Hattı.....	38
3.1.1. Suyun İletimi (İsale).....	38
3.1.2. Terfi.....	38
3.2. İletişim Borularının Özellikleri.....	39
3.3. Boruların Sağlık Yönünden Önemi.....	40
UYGULAMA FAALİYETİ.....	41
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME.....	43
ÖĞRENME FAALİYETİ-4.....	44
4. KAYNAK TESİSLERİ.....	44
4.1. Kaptaj Tipi.....	44
4.1.1. Önemi.....	45
4.1.2. Gereği.....	45
4.2. Su Depoları.....	46
4.2.1. Önemi.....	47
4.2.2. Standart.....	47
4.2.3. Gereği.....	48
UYGULAMA FAALİYETİ.....	50
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME.....	52
MODÜL DEĞERLENDİRME.....	53
CEVAP ANAHTARLARI.....	55
KAYNAKÇA.....	57

AÇIKLAMALAR

ALAN	Aile ve Tüketici Hizmetleri
DAL/MESLEK	Çevre Hizmetleri
MODÜLÜN ADI	İçme ve Kullanma Su Tesisleri
MODÜLÜN TANIMI	İçme ve kullanma su tesislerinin sağlığa uygunluğunun gerekliliğinin verildiği öğrenme materyalidir.
SÜRE	40/16
ÖN KOŞUL	
YETERLİK	İçme ve kullanma su tesislerinin sağlığa uygunluğunun kontrolünü yapmak
MODÜLÜN AMACI	Genel Amaç Uygun ortam ve koşullar sağlandığında; içme ve kullanma su tesislerinin sağlığa uygunluğunun standartlara göre kontrolünü yapabileceksiniz. Amaçlar <ol style="list-style-type: none">1. Dezenfeksiyon tesislerinin standartlara uygunluğunu inceleyebileceksiniz.2. Arıtma tesislerinin standartlara uygunluğunu inceleyebileceksiniz.3. İletişim tesislerinin standartlara uygunluğunu inceleyebileceksiniz.4. Kaynak tesislerinin standartlara uygunluğunu inceleyebileceksiniz.
EĞİTİM ÖĞRETİM ORTAMLARI VE DONANIMLARI	Ortam : Sınıf ortamı, İnternet Donanım : Yazılı, görsel yayınlar, tepegöz, konuyla ilgili afiş, broşür vb. donanımlar
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	Modül içinde yer alan her öğrenme faaliyetinden sonra verilen ölçme araçları ile kendinizi değerlendireceksiniz. Öğretmen modül sonunda ölçme aracı (çoktan seçmeli test, doğru-yanlış testi, boşluk doldurma, eşleştirme vb.) kullanarak modül uygulamaları ile kazandığımız bilgi ve becerileri ölçerek sizi değerlendirecektir.

GİRİŞ

Sevgili Öğrenci,

Ülkemizde içme ve kullanma suyu; insanların günlük faaliyetlerinde içme, yıkanma, temizlik ve bu gibi ihtiyaçları için kullandıkları, muhtevasında bulunması gereken özellikleri TS 266 ile belirlenmiş olan sulardır. İçme suyunda hastalık yapıcı hiçbir mikroorganizma bulunmamalı; klorür, sülfat, çinko, nitrit, kurşun gibi kimyasal maddeler belirlenen miktardan fazla olmamalı; renk, bulanıklılık, pH istenen özelliklerde olmalıdır.

Susuz hayat mümkün olamayacağı için içme ve kullanma suyunun sürekli ve güvenli bir biçimde temin edilmesi ve su kaynaklarının korunması günümüzde büyük önem kazanmıştır. Yeryüzündeki sular da birbiriyle bağlantılı olduğundan herhangi bir bölgedeki kirlilik ekosistemdeki etkileşim aracılığıyla başka bir bölgeye de taşınmaktadır. Bu nedenle kullanıldıktan sonra atık su adını alan su, birikinti ve kirlilik etkeni olmayacak, içme ve kullanma sularını kirletmeyecek biçimde çevreden uzaklaştırılmalıdır.

Bu modülde; su dezenfeksiyon tesislerinde uygulanan dezenfeksiyon yöntemlerini, dezenfeksiyon çeşitlerinin avantajlarını ve dezavantajlarını, arıtma tesislerini, arıtım işlemlerinin neler olduğunu, iletişim tesislerini, iletişim borularının özellikleri, kaynak tesisleri, kaptaj tipinin ve su depolarının önemi hakkında bilgi sahibi olacaksınız.

ÖĞRENME FAALİYETİ-1

AMAÇ

Dezenfeksiyon tesislerinin standartlara uygunluğunu inceleyebileceksiniz.

ARAŞTIRMA

- Dezenfeksiyon yöntemleri konusunda bir araştırma yaparak arkadaşlarınız ile paylaşınız.
- Dezenfeksiyon yöntemlerinin uygulandığı tesislerde gözlem yaparak sınıfta arkadaşlarınız ile tartışınız.

1. DEZENFEKSİYON TESİSLERİ

Su ve su havzalarının her geçen gün kirlenmesi ve küresel ısınmadan dolayı su temininin zorlaşması sebebiyle, özellikle büyükşehir ve sanayi bölgelerinin su kaynaklarını kirletmesi nedeniyle su kaynaklarının kullanılamaz hâle gelmesi, dezenfeksiyon tesislerinin kurulmasına neden olmuştur.

1.1. Dezenfeksiyon Yöntemleri

Dezenfeksiyon, bir ortamdaki hastalık yapıcı mikroorganizmaları öldürmek veya zararsız hale getirmek için yapılan işlemdir. Dezenfeksiyon yöntemleri fiziksel yöntemler ve kimyasal yöntemler olmak üzere ikiye ayrılır.



Resim 1.1: Dezenfeksiyon işleminde kullanılan kimyasal maddeler

1.1.1. Fiziksel Yöntemler

1.1.1.1. Isı

Isı ile dezenfeksiyon bir mikroorganizma veya onun sporlarının ısıl dayanıklılığıyla ilişkilidir. Su 100°C'de 10 dakika kaynatılırsa içindeki su epidemilerine neden olabilecek bütün mikroorganizmalar ölür. Kimi sporlu mikroorganizmalar bu ısı derecelerine dayanırsa da bunların hijyen bakımından bir önemi yoktur. Kaynatma usulü her yerde ve şartta kolayca uygulanabilecek basit bir yöntemdir. Kaynamış suda gazların uçmuş olması nedeniyle lezzetinin bozulması ve bu suların soğuması için uzun zaman beklenmesi sakıncaları arasındadır. Böyle bir su içilmeden havalandırılmalı, tekrar oksijen kazanması sağlanmalıdır. Büyük ölçekli uygulamalarda ciddi maliyetler getiren oldukça pahalı bir yöntemdir. Bununla beraber kaynatma, özellikle epidemide zamanında tam bir güvenle uygulanacak su temizleme yöntemidir.

➤ Isı ile dezenfeksiyonda etkili faktörler

- Sıcaklığın derecesi
- Temas süresi
- Ortam basıncı
- Mikroorganizmanın ısıl direnci



Resim 1.2: Suyun kaynaması

1.1.1.2. Ultraviyole

Görünür ışınlar ve görünmeyen ışınlar arasında kalan ışın tipine ultraviyole ışın denir. Ultraviyole (UV) ışını ile dezenfeksiyon suya herhangi bir kimyevi madde katılmaksızın, ultraviyole ışınları ile suda bulunması olası bakteri, mantar, virüs vb. mikroorganizmaların etkisiz hale gelmesi ultraviyole lamba kullanılarak sağlanır.

Ultraviyole sistemlerde 254 nm dalga boyunda UV ışını mikroorganizmaların hücre zarlarından geçer ve DNA yapılarını tahrip ederek zararsız hale gelmelerini sağlar. Mikrobiyolojik arıtmada Ultraviyole (UV) Dezenfeksiyon fiziksel ve doğal bir prosesle, özellikle sıvılarda üstün bir arıtma gerçekleştirir.



Resim 1.3: Ultraviyole yöntemi

1.1.2. Kimyasal Yöntemler

Klor, brom, iyod, ozon, fenol, alkol; sabun ve deterjanlar; hidrojen peroksit, çeşitli alkaliler ve asitler kimyasal yöntemle yapılan dezenfeksiyonda dezenfektan olarak kullanılır. Katı, sıvı ve gaz halinde kullanılırlar. Dezenfektanlar genel olarak kuvvetli zehirlerdir. Bu nedenle ancak belirli koşullarda kullanılırlar. Kimyasal maddelerin sudaki mikroorganizmalar üzerine etkisi yüksek, ucuz, uygulama tarzları kolaydır. Suların dezenfeksiyonu için kullanılacak maddeler aşağıdaki özellikleri taşımalıdır.

- İnsan sağlığına hiçbir zararlı etkisi bulunmamalıdır.
- Sudaki patojen mikroorganizmaları belirli zamanda öldürdüğü deneylerle ispatlanmalıdır.
- Suyun organoleptik niteliklerini belirgin bir şekilde bozmamalıdır.
- Çabuk sonuç vermelidir.
- Basit bir teknikle uygulanabilmelidir.

1.1.2.1. Ozon

Açık mavimsi renkte keskin kokulu, stabil olmayan bir gazdır. Bu nedenle ozon kullanılacağı zaman imal edilir. Bulanıklığı giderilmiş ve filtrelenmiş suların dezenfeksiyonu için 0,5–1 mg/l arası ozon yeterlidir.

Bir metreküp temiz suyu dezenfekte etmek için 0,5–2 gram ozon gereklidir. Bu miktar, su ve ozonun temas süresine ve suyun özelliklerine bağlıdır. Oldukça renkli veya organik madde bakımından zengin suların arıtımı için daha fazla ozona gereksinim vardır.

Minimum temas süresi 4 dakikadır. Ozon suda çok az çözüldüğünden ozon ile suyun temasının iyi bir şekilde sağlanması gerekir. Suyun sıcaklığı arttıkça ozonun çözünme verimi azalır.



Resim 1.4: Ozon gazının kimyasal yapısı

1.1.2.2. İyot

Bir litre suya iki damla iyot damlatıp, yarım saat sonra kullanılması suyu dezenfekte eder. Fakat kokusu dolayısıyla kullanılması uygun olmayabilir. İyotla dezenfeksiyon tam bir su arıtmanın mümkün olmadığı durumlarda uygulanabilir. İyodun etkili ve hızlı dezenfektan özelliğinin yanı sıra 1 ppm'e (milyonda bir) varan dozlarda bile renk koku yaratmama özelliği mevcuttur. Ancak iyot klorla nazaran 10–15 kat daha pahalı olduğundan pek fazla kullanım alanı yoktur. Ayrıca tiroid bezi üzerindeki muhtemel etkileri nedeni ile geniş ölçüde kullanımı mümkün değildir.

1.1.2.3. Potasyum Permanganat

Potasyum permanganat içme sularının arıtımında tat ve koku kontrolü, anorganik bileşiklerin (demir, manganez ve hidrojen sülfür) giderilmesi için kullanılır. Potasyum permanganat kuvvetli bir oksidasyon maddesidir.

Permanganat belli dezenfeksiyon özelliklerine sahiptir. Ancak permanganatın E.coli giderme hızı, ozona ve klorla kıyasla daha düşüktür. Bu nedenle içme suyu arıtma tesislerinde dezenfeksiyon amacı ile kullanımı çok nadirdir. Permanganat klordan çok daha pahalıdır.

Çoğunlukla düşük derişimlerde kullanılır. Ozon gibi potasyum permanganatta suda tat, koku ve toksik etki yapmadığından klorla kıyasla avantajlıdır.

1.1.2.4. Klor ve Klorlu Bileşikler

Klor ve klorlu bileşikler dezenfeksiyon işlemlerinde en yaygın olarak kullanılan halojen klordur. Bu yaygın kullanım sebebiyle dezenfeksiyon işlemi yanlış olarak “klorlama” şeklinde bile tanımlanmaktadır. İlk olarak suların dezenfeksiyonu amacıyla, İngiltere'de 1904 yılında uygulanmıştır.

Klor, sıvılaştırılmış gaz veya sodyum ve kalsiyum hipokloritler halinde piyasaya arz edilir. Ülkemizde en sık kullanılan formu, sodyum hipoklorit şeklindedir. ($\text{NaOCl} + \text{H}_2\text{O} - \text{HOCl} + \text{NaOH}$)

Kuvvetli oksidan etkiye sahip, korozyona yol açan bir dezenfektandır. Doz artışıyla koroziv etkisi belirgin olarak artar. Mikroorganizmaların yok edilme hızı; klor konsantrasyonuna, serbest veya bileşik oluşuna, suyun kimyasal yapısına, sıcaklığa, suyun pH'ına ve temas süresine bağlıdır. İçme sularının dezenfeksiyonunda, ortalama 0,4–0,8 mg/l dozunda uygulanır. Klor bileşikleri depolandıklarında zamanla aktivite kaybederler. 1 mg/l'nin üzerindeki dozlarda tat ve koku bozukluğu, daha yüksek dozlarda (3 mg/l) kıyafetlerde ağarma, cilt ve deride kaşıntı ve lezyonlara sebep olabilir. Klorun yan ürünleri olan (Total trihalometanlar, total haloasetik asitler, total haloasetonitriller, total halo ketonlar, total aldehitler, kloropikrin, kloral hidrat, siyanojen klorit) çeşitli maddeler mevcuttur, bu maddelerin çok büyük çoğunluğunun kanserojen etkinliği kanıtlanmıştır.



Resim 1.5: Klor solüsyonu

1.2. Dezenfeksiyonlar

Genel olarak kimyasal, fiziksel ve mekanik yöntemlerle ve radyasyonla dezenfeksiyon yapılır.

1.2.1. Klor

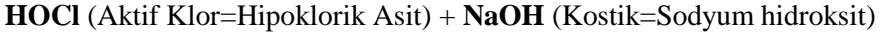
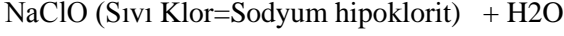
Klor insana ve gıda ürününe zararlı birçok mikroorganizmayı öldürdüğü için halen dünyada uzun yıllardır kullanılmaktadır. Çünkü başkaca dezenfeksiyon yöntemlerine göre bugün için klor hala çok ucuzdur.

Klorun öldüremediği birçok mikroorganizma da bulunmaktadır. (Aeromonas, Legionella gibi), fakat klorun öldürebildikleri öldüremediklerinden daha çok olduğu için klor hala başarılı bir dezenfektan olarak kabul edilir. Klor ile dezenfeksiyon dünyada birkaç değişik formülde klorlu kimyasal maddeler ile yapılmaktadır.

Klorlu maddelerden biri, dezenfeksiyon maksadı ile suya konduğunda, hangisi kullanılırsa kullanılsın, su içinde **Hipoklorik Asit (HOCl)** oluşur ve Hipoklorik Asit isimli bu madde aktif olarak dezenfeksiyon görevi yapar.

➤ **Sıvı ile klor uygulaması**

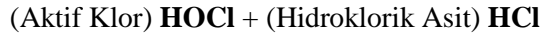
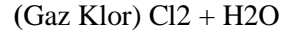
Sıvı klor suya girdiğinde aşağıdaki kimyasal reaksiyonu oluşturur.



Görüldüğü gibi, Aktif Klor ile beraber Kostik (NaOH) de oluşuyor, bu nedenle suya sıvı klor verildiğinde suyun pH derecesi yükselir.

➤ **Gaz ile klor uygulaması**

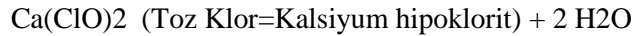
Gaz klor suya girince aşağıdaki kimyasal reaksiyon oluşur:



Görüldüğü gibi, Aktif Klor ile beraber Hidroklorik Asit (HCl) de oluşuyor, bu nedenle suya gaz klor verildiğinde suyun pH derecesi azalır.

➤ **Kalsiyumlu toz klor uygulaması**

Kalsiyumlu toz klor suya girdiğinde aşağıdaki reaksiyon oluşur:



Bu reaksiyon sonucunda istenen Aktif Klor oluşur, ancak suyun pH derecesini değiştiren bir kimyasal oluşmaz.

Klorun sudaki dezenfeksiyon etkisi dört unsura bağlıdır:

- Suda bulunan Aktif Klor miktarı (mg/l cinsinden),
- Suyun pH derecesi,
- Serbest klorun sudaki mikroplar ile temas süresi,
- Suyun sıcaklığı

Klorun yaptığı dezenfeksiyonun ölçülmesi için önemli olan sayısal bilgi, su içine konan klor miktarı değil, tüketilen Aktif Klordan sonra geriye kalmış olan Aktif Klorun (Bakiye Klor) miktarıdır. “Temas süresi” sonunda, şehir sularında musluktan akan suyun içinde “Bakiye Klor” olarak 0,5 mg/l Aktif Klor olması emniyetlidir.

1.2.1.1. Avantajı

Bu sistemin avantajları depo etkisinin olması, ucuz olması ve uygulamasının kolay olmasıdır. Bir kuyu dezenfekte etmek istenildiğinde içine klor atmak yeterlidir. Bina girişlerinde ana giriş suyunun dezenfeksiyonu için dozaj pompası ile klorlamak, kolay ve etkili bir çözümdür.

1.2.1.2. Dezavantajları

Suda koku yapması, etkisini gösterebilmesi için 20-30 dakikalık bir sürenin gerekmesi, bir reaksiyon kabına ihtiyaç olması ve klor ile reaksiyona girebilecek organik maddelerin suda bulunmaması; su amonyak ihtiva ettiği takdirde klorlamanın kanserojen etkisinin olabilmesi; bina girişlerinde klorlamadan sonra suyun bir depoda bekletilmesinin gerekliliği oluşturmaktadır.

1.2.2. Ultraviyole Radyasyon

UV ışınları suya herhangi bir kimyevi madde katılmaksızın, suda bulunması muhtemel bakteri, mantar, virüs vb. mikroorganizmaların etkisiz hale gelmesini sağlar.

Ultraviyole sistemlerini diğer arıtım tiplerinden farklı kılan önemli özellikler:

- Suyun tadını ve yararlı mineralleri değiştirmeden içme suyu elde edilmesinin sağlanması,
- Diğer arıtım üniteleri ile uyumlu çalışabilmesi,
- Minimum elektrik tüketimi,
- Minimum bakım ve onarım masrafı,
- Herhangi bir kimyasal kullanmadan arıtım sağlanması,
- Güvenilir, etkili ve insan sağlığı için en uygun sterilizasyon tipi olmasıdır.

Ultraviyole sistemlerinde 254 nm dalga boyunda UV ışını sağlayan Ultraviyole lamba kullanılmaktadır. Ultraviyole lambanın su ile temasını önlemek için UV ışını en iyi şekilde geçiren Quartz tüp kullanılmaktadır. Tüm bu ekipman 304 kalite paslanmaz çelikten bir gövdede toplanmıştır. Bu sistem içerisinden geçirilen su bakterilerden %99.99 oranında arındırılmaktadır.

Bu sistemlerinin bakım maliyeti ve elektrik sarfiyatları yok denecek kadar azdır. UV lambanın ömrü 8000 saattir ve bu süre dolduktan sonra sadece lambayı değiştirerek sistem yeniden aktif hale gelebilmektedir.

UV ile dezenfeksiyonda belirli dozajda suya ışık vermek sureti ile dezenfeksiyon gerçekleştirilir. Işık şiddeti ve dozaşlama süresi dezenfeksiyon için belirleyicidir. Fazla ışığın suya dolayısı ile insan sağlığına etkisi yoktur. Suya herhangi bir madde ilave edilmediği için kanserojen etkisi olan zararlı bileşikler meydana gelmez. UV ile dezenfeksiyon ana kullanım alanları; evsel içme suyunun dezenfeksiyonu, otel ve lokantaların kullanım ve içme sularının arıtılması, yiyecek içecek endüstrisidir.

1.2.2.1. Avantajı

- Kimyasal madde kullanılmadığından, kimyasal maddelerin kullanımına ait sorunlar olmaz (taşınma, depolama, işleme gibi).
- Dezenfeksiyon yan ürünleri oluşmaz.
- Birçok virüs, spor ve kisti inaktive edebilir.

1.2.2.2. Dezavantajı

- Rezidüel koruma sağlamaz.
- Etkinliğinin ölçülmesi güçtür.
- Tüm su kaynaklı mikroorganizmalara etkinliği konusunda yeterli bilgi yoktur.
- UV sonucu üreme yeteneği kaybolan mikroorganizmalar zamanla tekrar eski hallerine dönebilirler (foto-reaktasyon).

1.2.3. Ozon

Ozon oksijenin bir hali olup çok aktif oksidan ve çok kuvvetli bakterisit bir gazdır. Diğer bütün dezenfektanlardan üstünlüğü vardır. Fazlalığı zararlı değildir. Ozonu sudan uzaklaştırmak için havalandırmak yeterlidir. Ozon organik maddeler varlığında yeniden oksijen olmak üzere üçüncü atomunu bırakarak organik maddeleri oksitler. Bunu yaparken de bakterileri parçalar. Organik maddelerin oksidasyonu, bakterilerin sonradan gelişmesini de olanaksız duruma getirir.

Ozonun aktif olması için fazla demir ve albüminli maddeler içeren berrak olmayan bir suya ilave edilmemelidir. 0,5-1,0 mg/ml hesabı ile suya ilave edildikten sonra iyice karıştırılır ve 10 dakika sonra suda ozonun varlığı rengi maviye çeviren sodyum iyodürlü ve nişastalı reaktif yardımı ile denetim altında bulundurulur.

Ozonlama genellikle iki aşamada uygulanır. Birinci aşamada ozonizör veya ozonör denilen cihazlarla ozon elde edilir. İkinci aşamada ise elde edilen ozon ozonlama kolonlarında su ile karıştırılır.

Ozonizörler elektrikle çalışan birbirlerinden belirli bir uzaklıkta bulunan, kıvılcım meydana gelmesi için üzeri cam veya mika ile izole edilmiş iki alüminyum elektroda sahip cihazlardır. 10.000-20.000 voltluk elektrik akımı geçen elektrotlar arasından kuru hava geçirilerek havanın oksijeni ozon haline getirilir.

Böylece elde edilen ozonlu hava ozonizörün ozonlama kolonlarına sevk edilir. Kolonun alt tarafından ozonlanacak su ile birlikte giren ozonlu hava küçük kabarcıklar halinde suya karışarak kolonun üstünden çağlayan şeklinde düşerken fazla ozonunu da bırakarak dezenfekte edilmiş şekilde çıkar.

Çabuk bir dezenfeksiyon sağlar, suya hiçbir lezzet bozukluğu vermez ve zararsızdır. Bakterisit etkisi klordan 10 kat daha çabuktur. Spor ve kistlere karşı klordan daha etkilidir.

1.2.3.1. Avantajı

- Tat, koku ve renk problemlerini tamamen giderir.
- Güçlü bir oksidasyon maddesidir. Organik kirlilikleri hızlı bir şekilde oksitler.
- Geniş pH ve sıcaklık sınırlarında dezenfeksiyon faaliyeti yapılabilir.
- Bakterisidal ve sporisidal faaliyeti hızlıdır.
- Sağlık açısından tehlikeli değildir.

1.2.3.2. Dezavantajı

- Kalıcı dezenfeksiyon sağlanamaz.
- Prosesin kontrolü ve verimi açısından analitik teknikler yeterli değildir.
- Elektrik enerjisi gereksinmesi, kapital ve işletme maliyeti yüksektir. Bu miktar klor kullanımına kıyasla 10-15 de daha fazladır.
- Kolloidal maddeleri içeren sularda dezenfeksiyon için daha yüksek dozlara gereksinim vardır.



Resim 1. 6: Su dezenfeksiyonunun önemi

UYGULAMA FAALİYETİ

Aşağıdaki işlem basamaklarını takip ederek dezenfeksiyon ve dezenfeksiyon yöntemleri hakkında toplumu bilinçlendirmek için birey olarak neler yapabiliriz?" konusunda bir araştırma yaparak tanıtım kitapçığı oluşturunuz. Oluşturduğunuz kitapçığı sınıfınızda arkadaşlarınızla paylaşınız.

İşlem Basamakları	Öneriler
➤ Dezenfeksiyon hakkında gerekli kaynaklardan araştırma yapınız.	➤ Kaynak kitaplardan, İnternette araştırma yapabilirsiniz
➤ Dezenfeksiyon yöntemlerini araştırınız.	➤ İlgili kaynaklardan yararlanabilirsiniz.
➤ Dezenfeksiyon ile ilgili resimler toplayınız.	➤ Renkli dergi ve kitaplardan yararlanabilirsiniz. ➤ Dezenfeksiyon ve dezenfeksiyon yöntemleri konulu kitapçık ve broşürlerden yararlanabilirsiniz.
➤ Dezenfeksiyon ve dezenfeksiyon yöntemleri hakkında yapmış olduğunuz araştırmaları doküman haline getiriniz.	➤ Araştırmalarınızı bilgi sayfası haline getirebilirsiniz.
➤ Kitapçığınız için gerekli olan materyalleri hazırlayınız.	➤ Kitapçığınız için renkli karton ve kalemler kullanabilirsiniz. ➤ Hazırladığınız resimleri kitapçığınıza yapıştırabilirsiniz. ➤ Her resmin altına kısa bir metin yazabilirsiniz. ➤ Kitapçığın her sayfasına sayfa numarasını yazabilirsiniz.
➤ Bilgileri resimlerle ilişkilendiriniz.	➤ Seçtiğiniz resimlerin bilgilerinizi destekleyici nitelikte olmasına dikkat edebilirsiniz.
➤ Kitapçığı arkadaşlarınızın incelemesini sağlayınız.	➤ Çalışmalarınızın benzerlik ve farklılıklarını karşılaştırabilirsiniz. ➤ Öneriler ve eleştiriler doğrultusunda çalışmanızı değerlendirebilirsiniz.

KONTROL LİSTESİ

Bu faaliyet kapsamında aşağıda listelenen davranışlardan kazandığınız beceriler için **Evet**, kazanamadığınız beceriler için **Hayır** kutucuğuna (X) işareti koyarak kendinizi değerlendiriniz.

Değerlendirme Ölçütleri	Evet	Hayır
1. Dezenfeksiyon hakkında çeşitli kaynaklardan araştırma yaptınız mı?		
2. Fiziksel yöntemlerle ilgili derste öğrendiğiniz bilgileri topladınız mı?		
3. Fiziksel yöntemlerle ilgili afiş veya resim buldunuz mu?		
4. Çalışmalarınızın sonunda bir doküman hazırladınız mı?		
5. Dokümanlarınızı kısa ve anlaşılır bir dille yazdınız mı?		
6. Çalışmalarınıza uygun bir slogan geliştirdiniz mi?		
7. Dokümanlarınız ve resimlerinizi bir araya getirerek uyarıcı pano hazırladınız mı?		
8. Uyarıcı panonuzun dikkat çekici olmasına özen gösterdiniz mi?		
9. Uyarıcı panonuzu sınıf içinde uygun bir yere yerleştirdiniz mi?		
10. Sınıf içinde arkadaşlarınızla çalışmanız hakkında karşılıklı konuştunuz mu?		

DEĞERLENDİRME

Değerlendirme sonunda “**Hayır**” şeklindeki cevaplarınızı bir daha gözden geçiriniz. Kendinizi yeterli görmüyorsanız öğrenme faaliyetini tekrar ediniz. Bütün cevaplarınız “**Evet**” ise “Ölçme ve Değerlendirme”ye geçiniz.

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki cümlelerde boş bırakılan yerlere doğru sözcükleri yazınız.

1. Dezenfeksiyon, bir ortamdaki hastalık yapıcı öldürmek veya zararsız hale getirmek için yapılan işlemdir.
2. Su 10 dakika kaynatılırsa içinde ki su epidemilerine neden olabilecek bütün mikroorganizmalar ölür.
3. Görünür ışınlar ve görünmeyen ışınlar arasında kalan ışın tipinedenir.
4. Hastalık yapıcı mikroorganizmaları ve sporları yok eden ürünleredenir.
5. açık mavimsi renkte keskin kokulu, stabil olmayan bir gazdır.
6.dezenfeksiyon tam bir su arıtmanın mümkün olmadığı durumlarda uygulanabilir.
7. Potasyum permanganat kuvvetli birmaddesidir.
8. elektrikle çalışan birbirlerinden belirli bir uzaklıkta bulunan, kıvılcım meydana gelmesi için üzeri cam veya mika ile izole edilmiş iki alüminyum elektroda sahip cihazlardır.
9. Kolloidal maddeleri içeren sulardaiçin daha yüksek dozlarda ozon gereksinimi vardır.
10. Ultraviyole sistemlerinde 254 nm dalga boyunda UV ışını sağlayan lamba kullanılmaktadır.

DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru ise bir sonraki öğrenme faaliyetine geçiniz.

ÖĞRENME FAALİYETİ-2

AMAÇ

Arıtma tesislerinin standartlara uygunluğunu inceleyebileceksiniz.

ARAŞTIRMA

- Arıtım işlemlerinin neler olduğunu ve nasıl yapılması gerektiğini araştırınız.
- Sınıfta arkadaşlarınızla araştırma sonuçlarınızı paylaşınız.

2. ARITMA TESİSLERİ

Suların, kullanım neticesi kaybettikleri fiziksel, kimyasal ve bakteriyolojik özelliklerinin bir kısmını veya tamamını tekrar kazandırabilmek ve/veya boşaltıldıkları alıcı ortamın tabii, fiziksel, bakteriyolojik ve ekolojik özelliklerinin değiştirmeyecek hale getirilebilmelerini temin için uygulanacak her türlü fiziksel, kimyasal ve biyolojik işleme arıtma denilmektedir.



Resim 2.1: Atık su arıtım tesisi

Atık su arıtma tesisleri, çeşitli faaliyetler sonucu ortaya çıkan atıkların arıtıldıkları, içerisindeki kirliliklerin uzaklaştırıldığı tesislerdir. Genelde birbirini takip eden havuz veya tanklardan meydana gelen atık su arıtma tesisinde, çeşitli ünitelerde fiziksel, kimyasal, fizikokimyasal veya biyolojik işlemler/süreçler ile atık su içinde yer alan partiküller veya erimiş haldeki kirliliklerin tutulması ve uzaklaştırılması sağlanır.

Arıtma ihtiyacı, arıtılmış atık suların verildiği alıcı ortamın kullanımına göre belirlenir. İçme suyu temini veya yüzme amacıyla kullanılan bir akarsuya verilen atık suların, su ulaşımı amacıyla kullanılan bir akarsuya verilen atık sulara nazaran daha ileri derecede arıtılmaları gerekmektedir. Atık su arıtma süreçlerini üç ana başlık altında toplamak mümkündür.

2.1. Fiziksel Arıtım Tesisleri

Fiziksel arıtma, katı maddelerin, sıvı ve katı yağların uzaklaştırılmasıdır. Tesise giren atık su bir dizi ızgara ve eleklerden geçer ve bu esnada iri parçalar tutulur. Daha sonra askıdaki katı maddelerin çökmesini sağlamak için su birkaç saat yüzdürme havuzları ve çöktürme havuzlarında tutulur. Tüm tanecikler ve suda çözünmeyen maddeler bu işlem sayesinde tasfiye edilir.

Bu işlemde, ızgara ve elekler, öğütücüler/parçalayıcılar, dengeleme havuzları, kum tutucular, yüzdürme (flotasyon) havuzları, çökeltim tankları, havalandırıcılar, filtreler gibi sistemler kullanılmaktadır. Ön arıtma, yani fiziksel arıtma çökelebilen katıların giderilmesinde çok verimli olmasına rağmen, atık suların deşarj edildiği alıcı su ortamlarında önemli miktarda oksijen tüketimine sebep olan ve kendiliğinden çökelemeyen askıdaki katı ve çözünmüş maddelerin giderilmesinde yetersiz kalmaktadır.



Resim 2.2: Fiziksel arıtım tesisi giriş pompa ünitesi su iletim ünitesi



Resim 2.3: Ana kolektör atık su iletim ünitesi

2.1.1. Izgaralar

Fiziksel arıtma ünitelerinin arasında en yaygın kullanılan ünitelerin başında ızgara ve elekler gelmektedir. Su içerisinde bulunan kaba maddelerin pompa, boru ve teçhizata zarar vermemesi; diğer arıtma kısımlarına gelen yükün hafifletilmesi veya yüzücü kaba maddelerin sudan ayrılması gibi amaçlarla ızgaralar kullanılır.

Izgara yapıları çubuk aralıklarına veya gözenek büyüklüklerine göre ince ve kaba ızgaralar; temizleme şekline göre ise, elle veya mekanik yolla temizlenen ızgaralar olarak sınıflandırılır. Çubuk aralıkları ince ızgaralarda 15-30 mm, kaba ızgaralarda 40-100 mm'dir. Izgara kanallarındaki hızların minimum kurak hava debisinde 0,5 m/sn. değerinin altına düşmemesi, ızgara çubukları arasındaki hızların ise hiçbir koşulda 1,2 m/sn.yi aşmaması uygundur. Arıtma tesislerinde önce kaba, ardından da daha ince ızgaralar yerleştirilir.

Izgaralarda tutulan maddeler arıtma tesisi sahasında depolanamazlar. Evsel katı artıklar ile birlikte yakma, depolama kompostlaştırma ve benzeri metotlarla bertaraf edilirler.



Resim 2.4: Kaba ızgara kanalı



Resim 2.5: İnce ızgara kanalı

2.1.2. Elekler

Elekler, atık su tesislerinde özellikle elyafli maddelerle, askıdaki tanecikleri tutmak için kullanılırlar. Bu üniteler tutulan maddelerin boyutlarına göre kaba ve ince elekler olarak sınıflandırılırlar. Elek aralığı kaba eleklerde 5-15 mm, ince eleklerde 0,25-5 mm, mikro eleklerde 0,020-0,035 mm'dir. Eleklerden toplanan atıklar da ızgara atıkları için uygulanan metotlarla bertaraf edilirler.

2.1.3. Öğütücüler

Öğütücüler, atık sudaki iri katı maddelerin parçalanması amacıyla kullanılan kesme dişlerinden oluşmuş dönen silindirlerdir. Atık su kanalı üzerine monte edilirler.

2.1.4. Kum Tutucular

Kum, çakıl gibi anorganik maddeleri atık sudan ayırmak, arıtma tesislerindeki pompa ve benzeri teçhizatın aşınmasına ve çökeltim havuzlarında tıkanma tehlikesine engel olabilmek için kum tutucular kullanılır. Kum ve benzeri madde içermeyen endüstriyel atık suların uzaklaştırılmasında bu yapılara gerek duyulmayabilir. Bunlar, yoğunluğu 2650 kg/m^3 ve tane çapları 0,1-0,2 mm'den daha büyük olan katı maddelerin tam olarak tutulmasını sağlamak için kullanılır.

Kum tutucular, belli büyüklükteki katı maddeleri tutmak ve daha ilerideki ünitelerde arıtılması amaçlanan küçük taneli maddelerin çökmesini engellemek için gerekli yüzey

alanına sahip olmalıdır. Ünitadaki suyun yatay hızı tesise gelecek tüm debiler için 0,3 m/sn. olacak şekilde tasarlanmıştır olmalıdır.

Kum tutucular, dikdörtgen planlı uzun paralel akışlı veya dairesel planlı radyal akışlı olabilirler. Ayrıca birçok uygulamada havalandırılmalı kum tutucular da başarıyla kullanılmaktadır.

Kum tutucularda toplanan kum ve çakıl, büyük tesislerde basınçlı hava ile çalışan pompalar veya bantlı, kovalı ve helezonlu mekanizmalar ile sürekli olarak, küçük tesislerde ise kürek ile zaman zaman temizlenirler.

Kum tutucu tabanında biriken maddeler az da olsa bir miktar organik madde ve patojen mikroorganizma ihtiva ettiğinden bunların gelişigüzel atılmaları sakıncalıdır. Bunlar da ızgara atıklarında olduğu gibi evsel katı artıklarla beraber bertaraf edilirler.



Resim 2.5: Havalandırılmalı kum tutucular

2.1.5. Yağ Tutucu

Atık suda bulunan ve yoğunluğu sudan küçük olan yağ, gres, solvent ve benzeri yüzen maddeleri sudan ayırmak için yüzer madde tutucular (yağ kapanları) kullanılır. Ön çökeltim havuzunun olmaması veya bu gibi maddelerin oranının çok yüksek olması halinde, gerek bu maddeleri geri kazanmak, gerekse arıtma verimini yükseltmek amacıyla yüzer madde tutucular yapılmalıdır.

Yüzebilenler dışındaki diğer katı maddelerin tabana çökelmeleri söz konusu olduğunda yüzer madde tutucular, çamur hazneli olarak yapılırlar ve çökelen çamurun ve yüzen maddelerin kolayca alınabilecekleri bir düzende inşa edilirler. Emülsiyon halindeki yüzer maddeleri ayırmak için ise, disperse hava flotasyonu ya da çözülmüş hava flotasyonu gibi üniteler kullanılır.

Kentsel atık su arıtma tesisleri için en uygun çözüm, kombine çalışan havalandırılmalı kum ve yüzer madde tutuculardır. Yüzer madde tutucularda toplanan atıklar yakma ve değerlendirme tesislerine iletilirler.



Resim 2.6: Kum ve yağ tutucular

2.1.6. Dengeleme Havuzu

Dengeleme havuzları, atık sularda debi, bileşim ve kirlilik yükünün zaman içindeki değişimlerinin dengelenmesini ve arıtma tesisine giden atık su debisinin düzenli olmasını sağlar. Dengeleme havuzlarında bileşimin homojenleştirilmesi ve askıdaki katı maddelerin çökmesinin engellenmesi için karıştırma uygulanır.



Resim 2.5: Dengeleme havuzu

2.1.7. Çökeltim Havuzları

Çökeltme işlemi, sudan daha yoğun olan askıda katı maddelerin veya kimyasal ve biyolojik işlemlerle çökebilir hale getirilen katı maddelerin yer çekimi etkisiyle çökertilmesi suretiyle sudan ayrılmasıdır. Böylece kirlenmiş çökebilir katı maddeler halinde sudan uzaklaştırılarak diğer arıtma ünitelerine geçişleri engellenir.

Kendiliğinden çökelebilen askıda katı maddelerin giderilmesi ön çökeltim havuzunda; biyolojik arıtma sırasında oluşan biyolojik yumakların giderilmesi son çökeltim havuzunda;

kimyasal pıhtılaştırma ve yumaklaştırma kullanıldığında oluşan kimyasal yumakların çökeltilmesi ise kimyasal çökeltim havuzlarında sağlanır.

Çökeltmede amaç, katı maddeleri yeterince uzaklaştırılmış bir arıtılmış atık su ve kolayca işlenebilecek kadar yüksek katı madde konsantrasyonuna sahip bir arıtma çamuru elde etmektir. Çökeltim havuzlarında sınıflandırma akış şekli esas alınarak yapılabilir. Buna göre, çökeltim havuzları üç grupta toplanabilir:

- Yatay ve paralel akımlı çökeltim havuzları
- Yatay ve radyal akımlı çökeltim havuzları
- Düşey ve radyal akımlı çökeltim havuzları

Çökeltim havuzları suyun üniform dağıtımını ve akımını sağlayacak giriş-çıkış yapıları ile teçhiz edilmiş olmalıdır. Yüzeydeki köpük ve tabandaki çamur birikintilerinin uzaklaştırılması için uygun bir sıyırma tertibatı bulunmalıdır. Çamur haznesinin büyüklüğü çamurun özelliklerine ve çamur boşaltma aralıklarına uygun olmalıdır.

Çökeltim işlemi sonucunda atık suda bulunan askıdaki katı maddeler daha konsantre formda bir atığa dönüştürülmek suretiyle sudan uzaklaştırılır. Ön çökeltim, kimyasal ve son çökeltim havuzlarında gerçekleşen arıtma işlemleri sonucunda farklı özelliklere sahip çamurlar oluşmaktadır. Oluşan çamurlar genellikle bir araya getirilmekte ve uygun işlemlerden geçirildikten sonra araziye verme, depolama, yakma, kompostlaştırma gibi yöntemlerle uzaklaştırılmaktadır.



Resim 2.6: Çökeltim havuzu



Resim2.7: Atık suyun havuza girişi



Resim 2.8: Çamur toplama çukuru



Resim 2.9: Suyun savaklanması

2.1.8. Flotasyon (Yüzdürme)

Flotasyon, atık sularda bulunan gerek sıvı gerek katı maddelerin yüzdürülerek su yüzeyinde toplanması ve sıyırılmasını sağlayan bir işlemdir. Flotasyon işlemi sıvı ortama verilen gaz (genellikle hava) kabarcıklarının, yüzdürülecek tanelere tutunarak bunları yukarıya doğru birlikte hareket ettirmeleri şeklinde olur. Flotasyonu kolaylaştırmak üzere katı durumlarda suya uygun kimyasal maddelerin de eklenmesi mümkündür. Yüzeyde toplanan köpük halindeki yüzdürülmüş maddeler bir yüzey sıyırma tertibatı ile toplanarak uzaklaştırılır. Taneleri yüzdürmek için kullanılan hava kabarcıkları şu üç yoldan biri ile elde edilebilir:

- Atmosferik basınç altındaki sıvıya basınçlı havanın kabarcıklar halinde verilmesiyle (disperse hava flotasyonu),
- Basınç altında sıvıda havanın çözünmesi ve daha sonra basıncın kaldırılmasıyla (çözünmüş hava flotasyonu),
- Sıvının atmosferik basınç altında, havaya doymun hale getirilmesini takiben vakum uygulanmasıyla (vakum flotasyonu)



Resim 2.10: Yüzdürme havuzu

2.2. Kimyasal Arıtım Tesisleri

Kimyasal arıtma, atık sularda kirliliğe neden olan çözünmüş, kolloidal ve askıdaki maddelerin uzaklaştırılmasını temin veya hızlandırmak amacıyla, çeşitli kimyasal

reaksiyonlardan yararlanılması esasına dayanan genel metotlardır. Kimyasal arıtma suda çözülmüş halde bulunan kirleticilerin, kimyasal reaksiyonlarla çözünürlüğü düşük bileşiklere dönüştürülmesi veya kolloidal ve askıdaki taneciklerin pıhtı ve yumaklar oluşturarak çökeltilmesinin sağlanmasını amaçlar. Temel olarak iki tür işlem vardır.

➤ **Pıhtılaştırma**

Koloidal haldeki ve askıdaki katı maddelerin, bazı kimyasal madde ilavesiyle bir araya getirilmesine pıhtılaştırma denir. Pıhtılaştırma işlemi genellikle hızlı karıştırma ünitelerinde yapılır. Atık suyun bu ünitelerde kalış süreleri 0,5-5 dakika arasında değişmektedir. Pıhtılaştırma işlemi sonucunda, suda bulunan kolloidler ve kimyasal reaksiyon sonucu oluşan tanecikler çok küçük yumaklar halinde birleşirler. Bu aşamadan sonra suyun yavaş bir şekilde karıştırılması, pıhtılaştırma ile oluşmuş bu parçacıkların birleşerek daha kolay çökebilen büyük yumaklar oluşturmasını sağlar. Yumaklaştırma ünitelerinde suyun kalış süresi 15-60 dakika arasında değişim gösterir.

➤ **Yumaklaştırma**

Pıhtılaşmış taneciklerin yumaklar haline gelerek büyümesi, gözle görülür ve çökebilir hale gelmesi işlemidir. Yumaklaştırma işlemini hızlandırmak, kullanılan yumaklaştırıcıların miktarlarını azaltmak veya arıtma verimini artırmak için kil, kalsit, polielektrolit, aktif silika, çeşitli alkali ve asitler gibi yumaklaştırmaya yardımcı maddeler (koagülant yardımcısı) kullanılır. Yumaklaştırıcı (koagülant) olarak en çok kullanılan kimyasal maddeler $Al_2(SO_4)_3$, $AlCl_3$, $Fe_2(SO_4)_3$, $FeCl_3$, CaO , $Ca(OH)_2$ olup, yumaklaştırma yardımcı maddesi olarak en fazla polielektrolitler kullanılmaktadır.

Kimyasal yumaklaştırma sonucunda oluşan yumakların çöktürülmesi için çökeltme havuzları kullanılır. Hızlı karıştırma, yavaş karıştırma ve çökeltme havuzları ayrı birimler olarak inşa edilebildiği gibi, bunların bir arada yapıldığı bileşik sistemler de mevcuttur.

Pıhtılaştırma ve yumaklaştırma işleminde; anyonik ve organik bileşiklerin, bakterilerin ve patojenlerin, tad ve koku oluşturan maddelerin, alg ve planktonun giderilmesi amaçlanmaktadır. Kimyasal çöktürme ve dezenfeksiyon gibi işlemler kimyasal arıtma işlemleri arasında sayılabilir. Uygulamaları; nötralizasyon, flokülasyon ve koagülasyondur.

2.2.1. Nötralizasyon

Asidik ve bazik karakterdeki atık suların uygun pH değerinin ayarlanması amacı ile yapılan asit veya baz ilavesi işlemidir.

2.2.2. Koagülasyon

Koagülant maddelerin uygun pH'da atık suya ilave edilmesi ile atık suyun bünyesindeki kolloidal ve askıda katı maddelerle birleşerek flok oluşturmaya hazır hale gelmesi işlemidir.

2.2.3. Flokülasyon

Flokülasyon (yumaklaştırma), atık suyun uygun hızda karıştırılması sonucunda koagülasyon işlemi ile oluşturulmuş küçük taneciklerin, birbiriyle birleşmesi ve kolay çökebilecek flokların oluşturulması işlemidir.

2.2.4. Kimyasal Çökeltme Havuzu

Kimyasal maddeler yardımıyla çökebilir forma gelen flokların çöktürülerek sudan uzaklaştırıldığı ünedir.



Resim 2.11: Kimyasal çökeltme havuzu

2.2.5. Lamelli Çökeltme Havuzu

Kimyasal çökeltme işlemi sırasında çökeltimeden kaçan flokların yüzey atırıcı plakalar yardımıyla sudan uzaklaştırıldığı ünedir.

2.3. Biyolojik Arıtım Tesisleri

Bu işlem, esas olarak fiziksel ve kimyasal arıtma işlemleriyle sudan ayrılmayan, ayrışabilen organik maddelerin mikroorganizma faaliyetleri ile giderilmesidir. Burada çökemeyecek kadar küçük olan askıdaki madde veya çözünmüş haldeki kirletici unsurlar (organik maddeler, azot ve fosfor) ya okside edilerek veya biyokütle haline dönüştürülerek giderilir. Bu işlemde esas görevi yapan kontrol edilmiş bir ortamda oluşturulmuş mikroorganizmalardır (bakteriler). Biyolojik arıtma ile %90'ın üzerinde 5 günlük biyokimyasal oksijen ihtiyacı (BOi5) giderimi elde edilir.

Asıl amaç, atık su içerisindeki organik maddenin mikroorganizmalar tarafından besin maddesi olarak kullanılıp parçalanması yolu ile organik madde miktarının azaltılmasıdır. Evsel atık sular için başlıca hedef ise, genellikle azot ve fosfor gibi besin maddeleri ve organik madde içeriğini azaltmaktır. Birçok arıtma tesislerinde toksik olabilen az miktardaki organik bileşiklerin uzaklaştırılması da önemli bir hedeftir. Endüstriyel atık sular için hedef, organik ve inorganik bileşiklerin uzaklaştırılması veya konsantrasyonun azaltılmasıdır. Bu

bileşiklerin birçoğunun mikroorganizmalar için toksik olması nedeniyle önceden bir arıtmaya gerek duyulmaktadır.

Biyolojik arıtmada çeşitli mikroorganizmalardan yararlanılmaktadır. Funguslar, protozoa, metazoa (rotiferer) ve algler gibi mikroorganizmaların yanı sıra bacteria ve archea gruplarına ait bakteriler de biyolojik arıtmada kullanılmaktadırlar. En yaygın kullanım alanı bulan biyolojik arıtma süreçleri, aktif çamur, damlatmalı filtreler ve biyodisklerdir.



Şekil 2.1: Biyolojik arıtma giriş ve çıkış suyu

2.3.1. Aerobik Prosesler

Aerobik prosesler arıtmanın oksijenli ortamda gerçekleştiği proseslerdir. Bu prosesler, mikroorganizmaların konumuna göre askıda büyüme, bağlı büyüme ve ikisinin birlikte uygulandığı kombine sistemler olarak sınıflandırılır. Birden fazla prosesin art arda kullanıldığı ardışık sistemler de mevcuttur.

Askıda büyüme sistemlerinde mikroorganizmaların oksijen ihtiyacı çeşitli tipteki havalandırıcılarla karşılanır. Bazı durumlarda ise oksijenin biyolojik olarak alglerle sağlanması mümkündür.

2.3.2. Aktif Çamur

Aktif çamur, organik ve inorganik maddeler içeren atık su ile hem canlı hem de ölü mikroorganizmaların karışımıdır. Aktif çamur süreci, mikroorganizmaların organik maddeyi oksijen kullanarak ayrıştırmaları esasına dayanan bir aerobik biyolojik arıtma sürecidir.

Organik maddeler mikroorganizmaların gelişimi için hem karbon hem de enerji kaynağı olarak görev yapar ve yeni hücrelerin sentezinde kullanılır. Ayrışma ürünleri olarak karbondioksit ve su oluşur.

Kullanılmış suların biyolojik olarak arıtılmasındaki amaç, fiziksel yollarla, yani süzme, çökeltme gibi işlemlerle sudan ayrılması mümkün olmayan koloidal maddeleri sudan uzaklaştırmak ve organik maddeleri stabil hale getirmektir. Evlerden gelen kullanılmış sular

için esas gaye, suyun organik madde içeriğini azaltmaktır. Birçok halde ise ötrofikasyonun kontrolü için azot ve fosfor gibi mineral besin maddelerinin konsantrasyonlarını belirli sınırlar altına indirmek hedef alınır. Biyolojik arıtma sırasında organik maddenin bir kısmı yanarak çeşitli gazlara dönüşür; diğer kısmı ise hücre maddesi haline gelir. Teşekkül eden hücreler çöktürülerek sudan uzaklaştırılırlar.

Kullanılmış suları biyolojik yumaklar haline dönüştürmeyi hedefleyen aktif çamur yöntemi, kirli suların doğal yollardan arıtılmalarını sağlayan bir sistemdir. Bakterilerin oluşturduğu çok aktif ve geniş bir yüzeye sahip yumaklar bir kısım organik maddeleri absorbe etmektedir. Aktif çamurlar, mikroorganizma toplulukları, cansız organik maddeler ve bir kısım inorganik maddelerden meydana gelir. Aktif çamurun canlı topluluğunu bakteriler, mantarlar, tek hücreli mikroorganizmalar, sinek larvaları, kurtlar ve bunlar gibi çok hücreli organizmalar oluşturur. Bakteriler ve mantarlar organik maddeleri ayrıştırarak çoğalır. Protozoanlar (tek hücreli hayvanlar) bakterilerle ve mantarlarla, çok hücreli hayvanlar da tek hücrelilerle beslenir. Aktif çamur yumakları koloidal ve süspansiyon haldeki maddeleri çözeltiden kuvvetli bir şekilde absorbe etme özelliğine sahiptir.



Şekil 2.2: Aktif çamur yöntemi ile biyolojik arıtma

2.3.3. Nitrifikasyon ve Denitrifikasyon Sistemleri

Aktif çamur tesislerinde temel amaç, karbonlu organik maddelerin giderilmesidir. Ancak BOİ yaratan azotlu maddelerin de oksidasyonu istenebilir. Söz konusu azot bileşiklerinden en önemlisi amonyumdur. Nitrifikasyon işlemiyle amonyak biyolojik olarak nitrate yükseltgenir.

Pratikte nitrifikasyon işlemi organik karbonlu maddenin giderilmesi için kullanılan reaktörde gerçekleştirilebileceği gibi, onu izleyen ayrı bir reaktörde de sağlanabilmektedir. Denitrifikasyon ise, azot bileşiklerinin nitrate oksitlenmesinden sonra, nitratın oksijensiz şartlarda parçalanarak azot gazına dönüştürülmesi işlemidir.

2.3.4. Stabilizasyon Havuzları Sistemi

Bu arıtma sistemleri atık suların ağırlıklı olarak doğal metotlarla arıtıma tabi tutulduğu, büyük hacimli geniş alanlı, uzun bekleme süreli arıtma üniteleridir. Bu tesisler arıtımı gerçekleştiren biyokimyasal faaliyetlerin özelliklerine göre çeşitli sınıflara

ayrılabilirler. Söz konusu faaliyetler sıcaklık ve güneş radyasyonu gibi ortam özelliklerine bağımlı oldukları gibi, havuzların hacimsel kirlilik yüklemeleri ve geometrik özelliklerine de bağımlıdır. Genellikle toprak yapılar şeklinde inşa edilirler. Bu takdirde bu havuzlar lagün olarak da adlandırılmaktadır. Stabilizasyon havuzları başlıca aşağıdaki gruplara ayrılır:

- Anaerobik stabilizasyon havuzları
- Fakültatif stabilizasyon havuzları
- Aerobik stabilizasyon havuzları
- Olgunlaştırma havuzları

2.3.4.1. Anaerobik Stabilizasyon Havuzları

Fazla miktarda organik madde ve katı madde içeren atık suların arıtımında kullanılırlar. Hacimsel organik madde yükü yüksek olan bu havuzlar, tipik olarak derin toprak yapılar olup, ısı kaybını önlemek ve anaerobik reaksiyon şartlarını sağlamak amacıyla 6 m derinliğe kadar inşa edilebilirler. Havuzlarda askıdaki maddeler dibe çökerek stabilize olur. Bu tür havuzların hacimsel kirlilik yükü 100-400 g BOİ₅/m³.gün mertebesindedir. Anaerobik havuzlarda, atık suların ortalama bekleme süresi 5 günden azdır.

2.3.4.2. Fakültatif Stabilizasyon Havuzları

Fakültatif havuzlarda aerobik bakterilerin ve alglerin bulunduğu bir yüzey tabaka ile dip kısmında anaerobik bakterilerin faaliyet gösterdiği bir alt anaerobik tabaka vardır. Bu iki tabaka arasında ise kısmen anaerobik bir ortam ile her iki ortama da adaptasyon gösterebilen fakültatif bakteriler bulunur. Fakültatif stabilizasyon havuzlarının derinliği 1-2,5 m kadar, bekleme süresi ise 7-20 gün arasındadır. Bekleme süresi iklim şartlarına bağlı olarak 100 güne kadar çıkabilir. Alansal kirlilik yükü 50-280 kg BOİ₅/hektar.gün mertebesindedir.

2.3.4.3. Aerobik Stabilizasyon Havuzları

Aerobik stabilizasyon havuzuna gelen organik maddelerin ayrıştırılması bakteriler ve alglerin yardımı ile olur. Algler fotosentez sırasında, güneş enerjisini de kullanarak, anorganik besin maddeleri ve karbondioksitle hücre sentezi yaparken oksijen açığa çıkarır. Açığa çıkan oksijen, heterotrof bakteriler tarafından kullanılır. Bakteriler atık suda bulunan organik maddeyi enerji kaynağı olarak kullanır.

Aerobik stabilizasyon havuzları genellikle düşük hacimsel organik madde yüküne sahip 1,5 metreden sığ havuzlardır. Böylece, havuzun tüm derinliği boyunca oksijen sağlanması mümkün olur. Bekleme süresi 10-40 gün olup, yüzeysel kirlilik yükü 40-120 kg BOİ₅/hektar.gün kadardır.

2.3.4.4. Olgunlaştırma Havuzları

Olgunlaştırma havuzlarının amacı, arıtılmış atık suların kalitesinin daha iyileştirilmesi tesislerin toplam organik madde giderim veriminin yükseltilmesi ve bakteri gideriminin sağlanmasıdır. Bu tür sistemler fakültatif veya aerobik stabilizasyon işlemlerinden sonra kullanılacakları gibi, klasik biyolojik arıtma sistemlerini takiben de kullanılabilirler. Atık

suların bu sistemlerdeki bekleme süreleri 5-20 gün arasında değişebilir, alansal kirlilik yükü 15 kg BOİ₅/ha.gün'den küçük olmalıdır. Olgunlaştırma havuz veya lagünlerinde çeşitli su bitkilerinin yetiştirilmesi ve/veya balık üretimi bu sistemlerdeki arıtma verimlerini arttırabileceği gibi, üretilen bitkisel veya hayvansal protein de ekonomik olarak değerlendirilebilir. Bu havuzlar 1,5 m'den sığ havuzlardır.

2.3.5. Havalandırmalı Lagünler

Havalandırmalı lagünler, esasta aktif çamur metoduna benzer özellikler gösterir. Ancak bunlarda son çökeltim havuzundan sonra biyolojik çamur geri dönüşü uygulanmaz. Ayrıca; havalandırmalı lagünlerdeki atık su bekleme süreleri diğer aktif çamur sistemlerine kıyasla çok daha uzundur. Bu tür sistemlerde oksijen temini dışarıdan suni olarak verilenin yanı sıra, sistemdeki fotosentez reaksiyonlarıyla da gerçekleşir. Havalandırmalı lagünlerde havuz hacmi başına verilen organik madde, diğer aktif çamur sistemlerine kıyasla çok düşüktür. Havalandırmalı lagünlerden sonra bir çökeltme işlemi yer alır. Bu lagünlerin derinlikleri genellikle 3-5 m arasındadır. Havalandırma işlemleri sonucunda tüm lagün derinliği boyunca oksijenli bir ortam yaratılması durumunda bu tür lagünlere tam aerobik havalandırmalı lagünler denir. Sadece yüzeye yakın tabakaları oksijenli, dip tabakaları ise oksijensiz olan sistemlere fakültatif havalandırmalı lagün adı verilir.



Resim 2.12: Biyolojik arıtma havalandırma havuzu

2.3.6. Damlatmalı Filtre

Organik atıkların bir yüzeye bağlı mikroorganizmalar tarafından giderildiği bir arıtma metodudur. Damlatmalı filtreler taş veya plastik dolgu malzemesinden oluşur. Atık su bu filtre yatağından geçerken; dolgu malzemesi üzerinde bakteriler bir biyofilm tabakası oluşturur. Kullanılan dolgu malzemesinin arasında boşluklar bulunur. Böylece, mikroorganizmaların dolgu malzemesi üzerinde bir tabaka halinde yaşamaları, organik maddelerle beslenmeleri ve hava geçişi sağlanır. Mikroorganizmalar belirli bir kalınlığa ulaştıktan sonra, dolgulardan kopar, çıkış suyundaki bu biyofilm parçacıkları son çökeltim havuzlarında çökeltilerek sudan ayrılırlar.

Damlatmalı filtrelerin boyutlandırılması yüzeysel hidrolik yük ($m^3/m^2/gün$), hacimsel organik yükleme ($kg BOİ_5/m^3/gün$) ve geri dönüş oranı esas alınarak yapılır. Damlatmalı

filtreler üniteye sağlanan yüzeysel hidrolik, yük ve hacimsel organik yükün büyüklüğüne göre yüksek hızlı ve büyük hızlı olmak üzere iki tip olabilmektedir.

2.3.7. Biyodisk ve Biyokafes Sistemleri

Biyodisk tesisleri, bakterilerin üzerinde üremesi için uygun bir yüzeyi sağlayacak şekilde yapılmış, gelen atık suyun muhtemel korozif özelliğinden etkilenmeyecek, mesela plastik (stropor gibi) malzemelerin diskler halinde, döner bir şaft üzerine yerleştirildiği veya içi dolgu malzemesi ile dolu tambur şeklindeki silindirik bir yapıdan oluşur. Bu silindirlerin genelde uygulanabilir çapları 1,5-3 metredir. Şaftın her 1 metresine 2 cm aralıklarla 20-30 adet disk yerleştirilebilir. Şaftın uzunluğu 6 m'ye kadar olabilir. Dolgulu tambur tiplerinde ise istenen toplam yüzey sağlanacak şekilde boyutlandırma yapılır. Bunların her biri ayrı bir silindir haznesine, %45'i su içinde batık olacak tarzda monte edilir.

2.3.8. Dolgu Yataklı Reaktörler

Dolgu yataklı reaktörler, mikroorganizmaların tutunması için bir dolgu maddesi içeren biyofilm sistemleridir. Tipik bir dolgu yataklı reaktörde hava alt kısmından havalandırıcılar yardımıyla verilir.

2.3.9. Aktif Çamur/Damlatmalı Filtre Ardışık Sistemleri

Çeşitli arıtma metotlarının kombinasyonunu yapmak suretiyle çok sayıda arıtma akım şeması çıkarmak mümkündür. Böylece tek başına yeterli arıtmayı sağlayamayan aktif çamur ya da damlatmalı filtre sistemleri bir arada kullanılarak belli bir çıkış suyu kalitesini sağlamak mümkün olur. En sık kullanılan iki arıtma şeması damlatmalı filtreyi takiben aktif çamur havuzu ile aktif çamur havuzunu takiben damlatmalı filtre kombinasyonlarıdır.

2.3.10. Anoksik Sistemler

Anoksik sistemler, anaerobik sistemlerden biyokimyasal adımların aerobik işlemlere benzemeleri, ancak oksijensiz ortamda gerçekleştirilmeleri ile ayrılırlar. Nitratın azot gazına dönüştürülmesi suretiyle yapılan azot giderimi, anoksik (oksijensiz) bir işlem olup, bu arıtma aşkında büyüme ya da bağlı büyüme şeklinde gerçekleştirilebilir. Ortamda hidrojen sülfür oluşumu başladıktan sonraki ortam koşulları anaerobik olarak kabul edildiğinden, anoksik koşullar yalnızca denitrifikasyon için geçerlidir.

➤ Askıda büyüme denitrifikasyonu

Askıda büyüme denitrifikasyonu, genellikle piston akışlı aktif çamur sistemlerinde gerçekleştirilir. Anaerobik bakteriler, büyüme için gerekli enerjiyi nitrifikasyon sonucu oluşan nitratın azot gazına dönüşmesi sırasında temin eder, ancak hücre gelişimi için bir dış karbon kaynağı gereklidir. Nitrifikasyonun gerçekleştiği ortamlarda karbonlu maddelerin az olması nedeniyle, karbon kaynağı olarak ham atık su (evsel), metanol veya azot ve fosfor açısından zengin olmayan endüstri atık suları kullanılabilir.

➤ **Bağlı büyüme denitrifikasyonu**

Bağlı büyüme denitrifikasyonu, içerisinde taş veya plastik dolgu malzemesi bulunan bir ortamda gerçekleştirilir. Dolgu maddesinin boyutlarına bağlı olarak, bu işlem bir çökeltim havuzu tarafından izlenebilir. Dolgu yatakta tıkanmaların engellenebilmesi için periyodik olarak geri yıkama gerekebilir. Bu işlemde de, askıda büyüme denitrifikasyonunda olduğu gibi, bir dış karbon kaynağı genellikle gereklidir.

2.3.11. Anaerobik Sistemler

Anaerobik sistemler, organik maddenin anaerobik koşullarda ayrıştırıldığı işlemler olup, mikroorganizmaların konumuna göre askıda büyüme ve bağlı büyüme ünitelerinden oluşabilir.

Bu sistemlerde organik ve anorganik maddeler moleküler oksijensiz ortamda ayrıştırılır. Çoğunlukla arıtma çamurları ve yüksek konsantrasyonda organik madde içeren endüstriyel atık sular için uygulanan bu işlemde, organik madde biyolojik olarak metan (CH₄) ve karbondioksit (CO₂) dönüştürülür.

Organik atıklar ısıtılan (35 °C - 60 °C) bir çürütme tankında anaerobik ayrışma yaratan mikroorganizmalar yardımıyla ayrışmaya bırakılır. Basit karıştırmasız çürütücülerde 30-60 gün bekleme süresi gereklidir. Yüksek hızlı çürütücülerde bekleme süresi daha kısa (10-20 gün) olup, sistem sürekli karıştırılır. Çürütme tankları silindirik veya yumurta kesitli olarak yapılırlar. Gerekğinde sistemi terk eden katı maddeler geri çevrilir.

2.3.12. Anaerobik Filtreler

Damlatmalı filtrele benzerler, burada giriş suyu tabandan verilir. Mikroorganizmalar dolgu malzemesi yüzeylere ve duvarlara yapışarak büyür. Yüksek konsantrasyondaki çözünmüş organik atıkların arıtılması için uygundur. Anaerobik filtreler diğer anaerobik işlemlere göre daha düşük sıcaklıklarda çalışır. Anaerobik filtreler orta derecede kuvvetli atık suların arıtılmasında da kullanılabilirler.

2.3.13. Ardışık Aerobik/Anoksik ya da Anaerobik Sistemler

Ardışık sistemler, birden fazla arıtma işleminin art arda ünitelerde gerçekleştirildiği sistemlerdir. Ardışık aerobik/anoksik ya da aerobik/anaerobik sistemler, anaerobik, fakültatif, olgunlaştırma havuzları veya lagünlerinin herhangi bir kombinasyonu şeklinde uygulanabilir. Nitritifikasyon-denitrifikasyon işlemleri de ardışık ünitelerde yapılabilir.

2.3.14. İleri ve Son Arıtma Metotları

İleri ve/veya son arıtma genelde, klasik biyolojik arıtmadan çıkan atık suyun kalitesini daha fazla iyileştirmek için uygulanan arıtma olup, burada, azot ve fosfor giderme, filtrasyon, adsorpsiyon, dezenfeksiyon, iyon değiştirme, ultrafiltrasyon, ters ozmoz ve kimyasal çöktürme metotları verilmektedir.

2.4. Arıtım İşlemleri

Yer yüzü suları pratik olarak kirli kabul edilir ve arıtılmadan kullanılmamalıdır. Arıtma işlemleri sırasında su ön çöktürme havuzlarında bekletilerek içerisindeki kaba parçacıkların çökmesi sağlanır. Daha sonra çöktürme havuzlarına alınarak kimyasal çöktürücülerle çöktürme işlemi tamamlanır. Bundan sonra havalandırma işlemine geçilir. Hızlı karıştırma ile flokülasyon (yumaklaştırma) işlemi sağlanır ve tekrar sedimentasyona alınan su filtrelerden geçirilir. Süzülen su depolanır ve dezenfekte edildikten sonra pompalarla şebekeye verilir. Suyun süzülmesinde hızlı ve yavaş kum filtreleri kullanılır. Yavaş kum filtrelerinin etkinliği daha fazladır. Birçok mim canlının tutulmasını sağlamaktadır. Bu gibi filtreler günde ortalama 600 l/m² su süzerler. Yavaş filtrelerde temizleme etkinliği %95-98, hızlı kum filtrelerinde %80 kadardır.

2.4.1. Koyulaştırma

Atık suların fiziksel, kimyasal ve biyolojik arıtma işlemlerine tabi tutulması sonucu açığa çıkan çamurların daha kolay taşınması ve bertarafı için su yüzdesini azaltmak amacı ile uygulanan arıtma yöntemleridir. Bu işlemler;



Resim 2.13: Çamur koyulaştırma ünitesi

2.4.1.1. Çöktürmeli Koyulaştırma

Atık su arıtma tesislerinden çıkan çamurun bir çöktürme tankında çöktürülerek koyulaştırılması işlemidir.

2.4.1.2. Flotasyon (Yüzdürmeli Koyulaştırıcı)

Biyolojik çamur; örneğin aktif çamur ve kimyasal yolla yumaklaştırılmış çamurun koyulaştırılmasında kullanılır ve katı sıvı ayrımı ilkesine dayanır. Katı maddeler mikroskobik gaz kabarcıkları vasıtasıyla yüze kadar getirilip tabaka halinde bırakıldıktan sonra sıyırıcılar aracılığıyla yüzen tabaka, alttaki su tabakasından ayrılır.

2.4.1.3. Santrifüj

Merkezkaç kuvvetinden yararlanarak çamur içerisindeki su miktarının azaltılması işlemidir.

2.4.1.4. Basınçlı veya Vakum Filtre

Basınçla veya vakum kullanılarak çamurun filtreden geçirilerek içerisindeki suyun azaltılması işlemidir.

2.4.1.5. Kimyasal Tasfiye

Kimyasal maddeler kullanılarak çamurun suyunu alma işlemine denir.

2.4.1.6. Termal Islah (Isı ile İşlem)

Isı yolu ile çamurun içerisindeki organik esaslı maddeler kısmının oksitlenmesi ve suyunun azaltılması işlemidir.

2.4.1.7. Çamur Kurutma Yatağı

Çamur kurutma yatakları, altında sızıntı suları için drenaj tertibatı bulunan kum yataklarından oluşur. Yatak üzerinde istenilen kuruluğa gelen çamur bir miktar kum ile birlikte sıyrılarak uzaklaştırılır.

2.4.2. Çökeltme

Biyolojik ayrışma sonucu oluşan çökebilir maddelerin sudan uzaklaştırılması için kullanılan ünitelerdir. Çökelen maddelerde aktif çamur bulunduğundan bir bölüme sistemdeki mikroorganizma konsantrasyonunu kaybetmemek için geri devredilirken bir kısmı da sistemden uzaklaştırılmaktadır.

2.4.3. Filtrasyon

Biyolojik ve kimyasal arıtma işlemlerini takip eden çökeltim havuzlarında yeterince giderilemeyen askıda katı maddelerin ve kolloidlerin tutulması için uygulanan bir işlemdir. Granüle filtre yatağı içinde biriken askıda katı maddelerin giderilmesi için, filtre geri yıkama işlemine tabi tutulur.

Atık su arıtımında son işlem olarak kullanılan filtreler akış doğrultusuna göre aşağı akışlı ve yukarı akışlı olarak; kullanılan filtre malzemesine göre tabakalı veya tek tip malzemeden oluşan filtreler olarak; hidrolik şartlara göre serbest yüzeyli ve basınçlı filtreler olarak sınıflandırılırlar.

Filtrelerde kum, çakıl, granit, antrasit ve benzeri türden dolgu malzemeleri kullanılır. Diğer bir filtrasyon metodu ise, arıtılacak atık suyu sentetik veya metal elyafı dokuma elek yüzeylerinden geçirmektir. Mikroelek olarak anılan bu tambur eleklerde tutulan katı maddeler sürekli olarak uzaklaştırılabilirler.



Resim 2.14: Filtrasyon havuzu

2.4.4. Dezenfeksiyon

Hastalık yapan patojen mikroorganizmaların öldürülmesi işlemidir. İyi bir dezenfeksiyon için yeterli temas süresi sağlanmalıdır.

Dezenfektan olarak kullanılan kimyasal maddeler: klor ve bileşikler, brom, iyot, ozon, fenol ve fenolik bileşikler, alkoller, ağır metaller ve tuzları, boyalar, sabunlar ve sentetik maddeler, kuaterner amonyum bileşikler, hidrojen peroksit, çeşitli asitler ve alkalilerdir. Bu maddelerin içinde gerek içme suyu arıtımında gerekse atık su arıtımında en çok kullanılanı klor ve bileşikleridir.

Ozon çok etkili fakat pahalı bir dezenfeksiyon maddesidir. $pH \geq 11$ ve $pH \leq 3$ şartları bakterilere toksik etki yaptığından bazı asitler ve bazlar da patojenik bakterilerin yok edilmesinde etkilidir. Nötralizasyonla atık su normal pH durumuna getirilmelidir.

Fiziksel metotlarda ise su pastörizasyon noktasına kadar ($67\text{ }^{\circ}\text{C}$) ısıtılarak spor teşkil etmeyen patojen bakterilerin büyük kısmı yok edilir. Mor ötesi ışınlar ve güneş ışığı da iyi bir dezenfeksiyon aracıdır.

2.4.5. Depolama

Her çamur arıtma ve bertaraf işleminin bir entegre parçası olan depolama işlemi, tesisin idaresi ile ilgili tüm hedeflere ulaşabilmek için düzenli ve programlı bir işletim olanağı sağlar. Örneğin, arıtma sürecinde 24 saat boyunca oluşan çamurlar sadece mesai saatlerinde işleme tabi tutulabilmektedir. Bu nedenle çamurların depolanması bir zorunluluktur. Ayrıca, birbirleri ile ilgili arıtma ve bertaraf işlemlerinin değişik hızlarda çalışmasına da olanak tanır. Çamurun araziye serilmesi durumunda, bu işlem yaz aylarında yapılacağından depolama gerekir. Ham veya kısmen stabilize olmuş çamurun üzeri açık tanklarda depolanması sakıncalıdır.



Resim 2.15: Su arıtım tesislerinden çıkan atıklar

UYGULAMA FAALİYETİ

Aşağıdaki işlem basamaklarını takip ederek ülkemizde bulunan içme ve kullanma su arıtım tesislerini araştırarak Türkiye haritası üzerinde gösteriniz.

İşlem Basamakları	Öneriler
➤ İçme ve kullanma su arıtma tesisleri hakkında bilgi toplayınız.	➤ Çeşitli kaynakları araştırabilirsiniz.
➤ Bölgelerimize göre içme ve kullanma su arıtma tesislerini belirleyiniz.	➤ Bölgelerimize göre su arıtma tesislerini belirleyiniz.
➤ Türkiye haritasını çiziniz.	➤ Tam tabaka kartona çizebilirsiniz. ➤ Renkli kalemler kullanabilirsiniz.
➤ Harita üzerinde su arıtım tesislerini gösteriniz.	➤ Bölgelere göre santral renklerini belirleyebilirsiniz.
➤ Su arıtım tesislerinde hangi tür arıtım yöntemlerinin kullanıldığını gösteriniz.	➤ Arıtım yöntemlerine göre arıtım tesislerinin renklerini belirleyebilirsiniz.
➤ Sembolleri harita altında açıklayınız.	➤ Harita üzerinde semboller belirleyebilirsiniz.
➤ Haritanızı arkadaşlarınızla değerlendiriniz.	➤ Değerlendirme sonuçlarınızı dikkate alınız.

KONTROL LİSTESİ

Bu faaliyet kapsamında aşağıda listelenen davranışlardan kazandığınız beceriler için **Evet**, kazanamadığınız beceriler için **Hayır** kutucuğuna (X) işareti koyarak kendinizi değerlendiriniz.

Değerlendirme Ölçütleri	Evet	Hayır
1. İçme ve kullanma su arıtma tesisleri hakkında bilgi topladınız mı?		
2. Bölgelerimize göre içme ve kullanma su arıtma tesislerini belirlediniz mi?		
3. Türkiye haritasını çizdiniz mi?		
4. Harita üzerinde su arıtım tesislerini gösterdiniz mi?		
5. Su arıtım tesislerinde hangi tür arıtım yöntemlerinin kullanıldığını gösterdiniz mi?		
6. Sembolleri harita altında açıkladınız mı?		
7. Haritanızı arkadaşlarınızla değerlendirdiniz mi?		

DEĞERLENDİRME

Değerlendirme sonunda “**Hayır**” şeklindeki cevaplarınızı bir daha gözden geçiriniz. Kendinizi yeterli görmüyorsanız öğrenme faaliyetini tekrar ediniz. Bütün cevaplarınız “**Evet**” ise “Ölçme ve Değerlendirme”ye geçiniz.

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki cümlelerde boş bırakılan yerlere doğru sözcükleri yazınız.

1., katı maddelerin, sıvı ve katı yağların uzaklaştırılmasıdır.
2., atık su tesislerinde özellikle elyafı maddelerle, askıdaki tanecikleri tutmak için kullanılırlar.
3. Koloidal haldeki ve askıdaki katı maddelerin, bazı kimyasal madde ilavesiyle bir araya getirilmesinedenir.
4. Fazla miktarda organik madde ve katı madde içeren atık suların arıtımındakullanılırlar.
5. tesisleri, çeşitli faaliyetler sonucu ortaya çıkan atıkların artıldıkları, içerisindeki kirliliklerin uzaklaştırıldığı tesislerdir.
6. Fiziksel arıtma ünitelerinin arasında en yaygın kullanılan ünitelerin başındagelmektedir.
7., atık sudaki iri katı maddelerin parçalanması amacıyla kullanılan kesme dişlerinden oluşmuş dönen silindirlerdir.
8. Çökeltim işlemi sonucunda atık suda bulunan askıdaki katı maddeler dahaformda bir atığa dönüştürülmek suretiyle sudan uzaklaştırılır.
9., atık sularda bulunan gerek sıvı gerek katı maddelerin yüzdürülerek su yüzeyinde toplanması ve sıyırılmasını sağlayan bir işlemdir.
10. Aerobik prosesler arıtmanınortamda gerçekleştiği proseslerdir.

DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru ise bir sonraki öğrenme faaliyetine geçiniz.

ÖĞRENME FAALİYETİ-3

AMAÇ

İletişim tesislerinin standartlara uygunluğunu inceleyebileceksiniz.

ARAŞTIRMA

- Çevremizde içme ve kullanma suyu temini için hangi tesis ve donanımlarla su sağlandığı ve bu yapıların teknik ve sıhhi özellikleri hakkında bilgi toplayınız.
- Resimlerini çekiniz ve topladığınız bilgileri dosya haline getirerek sınıf ortamında tartışınız.

3. İLETİŞİM TESİSLERİ

Su alma yapıları su alınacak yerin nehir, dere, sulama kanalı veya rezervuar (baraj) olacağına göre değişik özellikler gösterir. Bununla beraber su alma yapılarının fonksiyonları bakımından müşterek özellikleri vardır. Bu özellikler genellikle şunlardır:

- Bir su alma yapısı, bağlandığı iletim yapısına (iletim kanalı, kuvvet tüneli, kondüvi veya cebri boru) gerekli suyu kontrollü olarak (istenilen ayar) verebilmelidir.
- İstenilen suyu sedimentten (silt, kum, çakıl gibi) ve yüzer haldeki türbine kadar gidebilecek zararlı maddelerden (tomruk, kütük, buz vb.) arıtarak verebilmelidir.



Resim 3.1: Su iletişim tesislerinin suyu zararlı maddelerden arıtması

3.1. İletişim Hattı

Su temininde; kaynaktaki suyu şehir şebekesine ya da su depolarına taşıyan hatta iletişim (isale) hattı denir.

Günümüzde büyük çaplı (1000 mm gibi) HDP (plastik) ya da çelik borular ile teşkil edilir. İçme ve kullanma su üniteleri; su iletim tesisleri ve depo, şebeke ve yardımcı ünitelerden (maslak, vantuz vb.) oluşur.

3.1.1. Suyun İletimi (İsale)

Yerleşim yerlerinin içme ve kullanma suyu ihtiyaçlarını sağlamak için kaptajdan alınan suyun depolara veya arıtım tesislerine getirilmesine suyun iletimi, bunun için kullanılan yapılara iletime veya isale denir.

Projelendirilmesinde boruların çapları 30 yıllık su ihtiyacı göz önünde bulundurularak yapılır. Su kaynaklarının kaynak noktalarından alınarak su tesisinin bulunduğu mevkiye taşınmasını sağlayan suyun ve borunun tüm dış etkilerden uzaklaştırılması için kazı yapılarak gömülmesi sureti ile devam ettirilen çalışmadır.

İsale hat çalışması, hat kanalının minimum 1,30 m kazılması, boru açma, boru serme, gömme ve kapatma işlerini kapsayan bir çalışmadır. Hat güvenliği, arızalar ve dezenfeksiyon için çift isale hat borusu kullanılması tavsiye edilir.



Resim 3.2: İsale boru hattı

3.1.2. Terfi

Suyun iletileceği depo, kaptaj yerinden yüksekte ise su pompajla kaptaj yerinden depoya iletilir. Pompalar ya elektrik enerjisiyle ya da akaryakıt ile çalışır. Bu yüzden bu sistemde suyun kaptaj yerinden depoya nakli için sürekli olarak enerji tüketilir. Bu tip sisteme terfili sistem (basınçlı) denir. Projelendirmede boru çapları 20 yıllık su ihtiyacı göz önünde bulundurularak hesaplanır.



Resim 3.3: İçme sularında kullanılan font, çelik, asbestli çimento ve plastik boru çeşitler

3.2. İletişim Borularının Özellikleri

- Tesisat ve borular her türlü bakteriyel kontaminasyonu önleyecek ve kolayca dezenfekte edilebilecek şekilde tasarlanmalı ve tercihen CE damgasını taşıması gerekir. Yönerge tarihinden sonraki sistemlerde CE belgesi zorunludur.
- Boru şebekesinin yapımı için kullanılan malzeme paslanmaz çelik, polivinilidın florür, polipropilen ya da polivinilklorür, PEX-A gibi hijyenik olmalıdır. Sürekli yüksek hızlı su sirkülasyonu sağlayan, suyun dolaşım hattında dolambaçlı bir yol izlemek yerine mümkün olduğunca düz bir hatta akışına yardım eden uygun bir tesisat çekilmelidir. Saf su dağıtım hatlarında sürekli devridaim etmeli ve kullanılmayan saf su, arıtılmış su tankına veya RO (Revers-osmos) ünitesine geri dönmelidir. Saf su deposu tabanı dezenfeksiyonda kolaylık sağlama açısından konik tarzda olması önerilir.
- Saf suyun doğrudan RO (Revers-osmos) membranından çıkarak dağıtım hattına dağılması durumunda hat üzerinde UV(Ultra Viyole) veya UF (Ultra Filtrat) filtresine gerek yoktur.
- Sistemde saf su deposunun kullanılması halinde ise UV ünitesinin ve UF filtresinin kullanımı zorunludur. UV ünitesinin kullanımı durumunda UV sistemi bakteriyolojik güvenliği başkaca teknoloji ile garanti altına alınmamış (UV radyasyon detektörü kullanılmamış vs.) ise UV lambası, kullanılan lambanın teknik özelliklerinde belirtilen kullanım saati sonunda değiştirilerek değişim raporunun kayıt altına alınması gereklidir. Değişim yetkili servisin tuttuğu tutanak ile doğrulanmalıdır.

3.3. Boruların Sağlık Yönünden Önemi

İçme suyu tesislerinde ve suyun iletilmesinde değişik yapıda borular kullanılmaktadır. Bunlar font, asbest çimento, çelik ve plastik borulardır. Günümüzde ise içme suyu şebekelerinde kanserojen etki olmak üzere insan ve halk sağlığına zararlı olmalarından dolayı kurşun, asbest çimento, beton, font borular kullanılmamaktadır. Bunların sağlık açısından ve aşınma, çökme aşınma problemleri ile montaj problemlerini, çokluğu sebebiyle daha çok plastik borular tercih edilmektedir.

Gelişen teknoloji ile döşeme kolaylığı, taşınma ve maliyet tercihlerde etkili olmaktadır. İçme sularında boruların cinsleri ne olursa olsun, iç kaplamalarının veya suyla temas eden yüzeylerinin sağlığa zarar verecek nitelikte herhangi bir kimyasal kaplamayla kaplanmasına izin verilmez. Bütün uygulamalarda bu kurala uyulur.

İsale hattı inşasında, boruların ek yerlerinin sızdırmaz bir şekilde sabitlenmesi gerekmektedir. Aksi takdirde sularda kirlenme olasılığı ortaya çıkmaktadır.

UYGULAMA FAALİYETİ

Aşağıdaki işlem basamaklarını takip ederek içme ve kullanma suyu temini için yapılan iletişim borularının sağlık yönünden önemi ile ilgili araştırma yapınız. Araştırma sonuçlarını dosyalayarak arkadaşlarınızla paylaşınız.

İşlem Basamakları	Öneriler
➤ Su kaynaklarını tespit ediniz.	➤ Yaşadığınız yerleşim ünitesinin içme kullanma suyunun nereden temin edildiğini araştırınız.
➤ Çevrenizdeki içme ve kullanma suyu temini için yapılan iletişim hattını oluşturan birimleri araştırınız.	➤ Sağlıklı ve güvenli su temin edilmesi için hangi yapıların ve işlemlerin yapılması gerektiğini öğreniniz.
➤ İletişim borularının özelliklerini araştırınız.	➤ İletim hattında kullanılan boru çeşitlerini ve özelliklerini, döşenmesinde dikkat edilecek hususları ve sağlık açısından uygun olan boru çeşitlerini öğreniniz.
➤ İletişim borularının sağlık yönünden hangi yapıda olması gerektiğini araştırınız.	
➤ Araştırma sonuçlarını raporlayarak kontrol dosyası oluşturunuz.	➤ Araştırmalarınızı bilgi sayfası haline getirebilirsiniz.
➤ Çevrenizdeki iletişim tesislerini ziyaret ederek kontrol dosyanızdaki bilgilerle eşleşip eşleşmediğini kontrol ediniz.	➤ Çevrenizdeki iletişim tesislerinin tiplerini ve sağlık kriterlerine uygun inşa edilip edilmediklerini öğreniniz. ➤ Mevcut iletişim hattının kirlenmemesi için yapılacak işlemleri öğreniniz. ➤ Su iletimi işlemi sırasında dikkat edilmesi gereken hususları öğreniniz. ➤ İletişim tesisleri ve özelliklerini kayıt altına alarak düzenli kontrol ediniz.
➤ İletim tesislerinde uyulması gereken sağlık şartlarını ve teknik şartları kontrol ediniz.	➤ Sağlıklı ve güvenli suyun temin edilmesi için mevcut mevzuatı inceleyiniz.
➤ Topladığınız bilgileri sınıfta arkadaşlarınızla paylaşınız.	➤ Arkadaşlarınızın fikir ve önerilerini dikkate alınız.

KONTROL LİSTESİ

Bu faaliyet kapsamında aşağıda listelenen davranışlardan kazandığınız beceriler için **Evet**, kazanamadığınız beceriler için **Hayır** kutucuğuna (X) işareti koyarak kendinizi değerlendiriniz.

Değerlendirme Ölçütleri	Evet	Hayır
1. Su kaynaklarını tespit ettiniz mi?		
2. Çevrenizdeki içme ve kullanma suyu temini için yapılan iletişim hattını oluşturan birimleri araştırdınız mı?		
3. İletişim borularının özelliklerini araştırdınız mı?		
4. İletişim borularının sağlık yönünden hangi yapıda olması gerektiğini araştırdınız mı?		
5. Araştırma sonuçlarını raporlayarak kontrol dosyası oluşturduunuz mu?		
6. Çevrenizdeki iletişim tesislerini ziyaret ederek kontrol dosyanızdaki bilgilerle eşleşip eşleşmediğini kontrol ettiniz mi?		
7. İletim tesislerinde uyulması gereken sağlık şartlarını ve teknik şartları kontrol ettiniz mi?		
8. Topladığınız bilgileri sınıfta arkadaşlarınızla paylaştınız mı?		

DEĞERLENDİRME

Değerlendirme sonunda “**Hayır**” şeklindeki cevaplarınızı bir daha gözden geçiriniz. Kendinizi yeterli görmüyorsanız öğrenme faaliyetini tekrar ediniz. Bütün cevaplarınız “**Evet**” ise “Ölçme ve Değerlendirme”ye geçiniz.

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki cümlelerde boş bırakılan yerlere doğru sözcükleri yazınız.

1. Su temininde; kaynaktaki suyu şehir şebekesine ya da su depolarına taşıyan hatta denir.
2. İsale hat çalışması, hat kanalının minimum, boru açma, boru serme, gömme ve kapatma işlerini kapsayan bir çalışmadır.
3. Suyun iletileceği depo, kaptaj yerinden yüksekte ise kaptaj yerinden depoya iletilir.
4. Saf su deposu tabanı dezenfeksiyonda kolaylık sağlaması açısından olması önerilir.
5. Hat güvenliği, arızalar ve dezenfeksiyon için borusu kullanılması tavsiye edilir.
6. Sistemde saf su deposunun kullanılması halinde iseve UF filtresinin kullanımı zorunludur.
7. İçme sularında boruların cinsleri ne olursa olsun, iç kaplamalarının veya suyla temas eden yüzeylerinin sağlığa zarar verecek nitelikte herhangi bir kaplanmasına izin verilmez.

DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru ise bir sonraki öğrenme faaliyetine geçiniz.

ÖĞRENME FAALİYETİ-4

AMAÇ

Kaynak tesislerinin standartlara uygunluğunu inceleyebileceksiniz.

ARAŞTIRMA

- Çevremizde içme ve kullanma suyu temini bulunan su kaynaklarını araştırınız.
- Bu kaynaklarda, hangi tesis ve donanımlarla su sağlandığını ve bu yapıların teknik ve sıhhi özellikleri hakkında bilgi toplayınız.
- Topladığınız bilgileri dosya hâline getirerek sınıf ortamında tartışınız.

4. KAYNAK TESİSLERİ

Kaynak suları dendiğinde akla kaplıcalar, ılıcalar ve benzeri termal sular gelmektedir. Aslında kaynak suları, yer altı ile yer üstü sularının arasındaki bir basamaktır. Dolayısıyla, yer altı sularında meydana gelebilen bir kirlenme, kaynak suları yoluyla yer yüzüne dek uzanabilmektedir.

Kaynak suları sıcak ve soğuk olmak üzere iki gruba ayrılmaktadır. Sıcak su kaynakları genellikle 35 °C'den daha sıcak olan suları kapsamaktadır. Bu tür sular halkın sağlık amacıyla kullandığı sulardır.

Soğuk kaynak sularında ise ortalama yıllık sıcaklık 17-20 °C arasındadır. Kimyasal ve biyolojik özellikleri suyun yer altından geçtiği toprak ve kayalık yapıya bağlıdır. Soğuk su kaynaklarından genellikle insanlar veya hayvanlar için içme suyu olarak yararlanılır. Ülkemizde yer altı kaynak sularının kullanımı oldukça yaygındır ve gittikçe de artmaktadır.

4.1. Kaptaj Tipi

Termal suların doğal olarak veya mekanik yollarla yer yüzüne çıkması esnasında yer altı ve yer üstü suları ile karışmamasını, kirlenmemesini, debi ve sıcaklıkları ile kimyasal bileşimlerinin değişmemesini sağlamak, sudaki gazların kaçmasını önlemek ve termal suları en iyi şekilde toplamak amacı ile özel teknikle yapılan toplama havuzu, kuyu galeri, sondaj kuyusu ve benzeri tesisleri ile bunların karışımından oluşan tesisleridir.

Teknik usullerle çıkartılmayıp yer yüzüne kendiliğinden çıkan suların kaptaja alınması şarttır. Kaptaj, suyun çıkış noktasından sağlıklı şekilde alınarak isaleye hazır duruma getirilip, her türlü kirlenmeye mani olacak ve dışarıdan içine hiçbir şey sızmayacak tarzda inşa edilir. Kaptaj, suyun çıkış noktasına gelecek şekilde yapılır.

Kaptaj, camdan veya suyun niteliğini bozmayacak malzemeden yapılmış, açılır kapanır şekilde ayrılmış, biri suların toplandığı oda ve diğeri manevra odası olmak üzere iki bölümden oluşur.

Kaptajın manevra odasında, suyun isalesi, su kaynağını tamamen ortaya çıkaracak şekilde tahliyesi, numune alınması, debisinin ölçülmesi ve manevra odasına dökülecek suların boşaltılması için gerekli tertibat yer alır. Ayrıca, her iki bölümün birlikte veya ayrı ayrı havalandırılması için, suyun dışarıdan kirlenmesini önleyecek şekilde gerekli tertibat yapılır. Bu özellikler, toplama odası ile benzeri yapılarda da göz önünde bulundurulur ve bu gibi ünitelerin tahliye uçlarına uygun tertibat konur. Ayrı kaptajda toplanan aynı nitelikteki sular için tek manevra odası yapılabilir.

4.1.1. Önemi

Suların kaptaja alınması suyun görünür debisini artırmak, suyun fiziksel ve kimyasal bileşimini dışarıdan gelebilecek etkilerle bozmamak ya da kirlenmesini önlemek, yerleşme yerlerine devamlı su sağlamak amacıyla önem kazanır.

4.1.2. Gereği

Kaynak sularının kaptajı yapılmadan önce, kaynakların debileri uzun süre gözlenmelidir. Özellikle büyük yerleşme merkezlerinin içme ve kullanma suyu gereksinimlerinin karşılanmasında gözlem süresi içinde kurak yıl bulunmalıdır. Küçük kaynakların kaptajı için en az bir yıl, bir veya iki haftada bir debi ölçülmelidir. Ancak bu ölçü sonuçlarına göre kaynağın kaptaja uygun olup olmadığı anlaşılır. En düşük ve en yüksek debisinin oranı 1/1–1/8 arasında olan kaynakların suları kaptaja elverişlidir. Özellikle çatlak ve erime boşluklarından beslenen karstik kaynaklarda çoğu kez bu oran 1/10'dan daha düşüktür.

Debi ölçmeleri sırasında hava sıcaklığı ile birlikte su sıcaklığı da ölçülmelidir. Genel olarak kaynak sularının sıcaklığında mevsime göre, 1-5 °C arasında fark görülebilir. Sıcaklık derecelerindeki değişim 2 °C'den fazla olan kaynaklar yüzey suları ile karışmış oldukları anlamına gelmektedir.

Yer altı suyunun oluşturduğu kaynak ya bir noktadan ya da bir kaç noktadan yer yüzüne çıkıyor olabilir. Kaynak sularının dışarı çıkış özelliğine göre ya bir koruma deposu ya da bir koruma tüneli yapılır. Bu depo ya da tünelin üzerini kesin olarak su geçirmeyecek biçimde çimento püskürtülmüş bir örtü tabakasıyla güçlendirmek gerekir. Üstteki toprak tabakası en az 6 metre olmalıdır. Tünel ya da deponun tabanının fayans ya da özel yapılmış diğer maddelerle kaplanmış olması gerekir (kauçuk vb.).

Döşeme malzemesi suların agresif özelliklerinden etkilenmemelidir. Bu depo ve tünellere kaptaj depo ya da tünelleri denmektedir. Eğer kaptaj tüneli söz konusu ise bu tünele birkaç yoldan biriken ve akan suların depo bölgesine gelmesi sağlanır.

Depo duvarlarının taş ya da duvarla örtülmesi, suyu sızdırmayacak bir madde ile sıvanması, suyun depodan çıkmasını sağlayan borunun suyun tabanından 30 cm kadar yukarılara çıkması gerekir. Çıkış borusunun depodan çıktığı yerin ağzında bir süzgeç bulunmalıdır.

Deponun üzerinde gerektiğinde bakım ve temizliğinin yapılabilmesini sağlayacak bir kapak bulunması yararlıdır. Depo kapağı çok iyi korunmalıdır. Sızdırmayacak biçimde kapatılabilmesi, çocukların ve vahşi hayvanların kaçmasını engelleyecek özellikte olmalı, tek kişi tarafından kapağın kolayca açılması da mümkün olmamalıdır. Manivela ile kapağın zorlanarak açılması mümkün olmamalıdır.

Deponun, bir havalandırma deliğinin de bulunması gerekir, buna baca denir. Havalandırma borusunun açık olan ucunun tülle örtülmüş olması gerekir. Gerek suyun çıkış borusunun gerekse havalandırma deliğinin ağzındaki süzgeçlerin paslanmaz materyalden yapılması gereklidir.

Su yapılarının en önemlisidir. Sağlık Bakanlığı ve İller Bankasının ilgili yönetmeliklerine uygun olarak tamamı perde beton ve seramik kaplanmış olarak imal edilir. Kaynak debisine göre uygun boyutlarda inşa edilir.

Kaynak sularının kaptajı; askıya alma ve drenaj çalışmaları ve izolasyon olarak iki ayrı biçimde alınır. Doğal su kaynağının askıya alınma yöntemi ile yapılan çalışması kaynak aynası tanımlanan kaynak gözüne kadar yapılacak kazı çalışmasından sonra, su kaynağına yüzey suyu karışımının engellenmesi için yapılan izolasyon ile devam eder.

- Kaptaj yapılırken dikkat edilecek hususlar
 - Kaynak suyu kimyasal, fiziksel ve bakteriyolojik özellikleri bakımından
 - içme ve kullanmaya uygun olmalıdır.
 - Mezarlık, arıtım tesisleri, foseptik gibi kirletme odaklarından sağlık
 - teşkilatının uygun göreceği bir uzaklıkta bulunmalıdır.
 - Deniz, göl ve sel sularının ulaşabileceği yerde bulunmamalıdır.
 - Kaynağın kaptajı ile elde edilecek debi, en düşük zamanda bile ihtiyacı
 - karşılamakta yeterli olmalıdır.
 - Kaynağın yeri, yola ve kullanma bölgesine yakın, kotu yer çekimi (cazibe) ile iletme (isale) uygun bulunmalıdır. Ancak, zorunlu hallerde terfi uygulanır.

4.2. Su Depoları

Günümüzde dünya nüfusunun hızla artması sonucu içme ve kullanma suyu ihtiyacı da giderek artmakta, çevre kirliliği sonucunda su kaynakları gün geçtikçe kirlenmekte ve uygun kalitede su kaynağının bulunup kullanıma sunulması kısıtlı hale gelmektedir. Elverişli su kaynaklarının bulunması durumunda ise arıtımlarındaki, dağıtımlarındaki ve depolanmalarındaki aksaklıklar nedeniyle içme suyu kalitesi olumsuz yönde etkilenmektedir. Bu durumun önlenmesi su kaynaklarının korunması, uygun bir şekilde arıtılması, yenilenmiş şebeke dağıtım hatları ve sağlıklı bir şekilde depolanması ile mümkün olabilmektedir.

4.2.1. Önemi

Avrupa Birliği Sürdürülebilir Su Kaynakları Yönetmeliği su çerçeve direktifi suyu ‘Su, herhangi ticari bir ürün değil, aksine korunması, muhafaza edilmesi ve niteliği itibariyle özel ihtimam gerektiren bir mirastır.’ şeklinde tanımlamaktadır. Dünya Sağlık Örgütü (WHO) dünya toplumunun sağlığını koruma ve geliştirmeye yönelik bütün programlarında suyu yaşam kalitesinin önceliği olarak kabul etmektedir.

Ülkemizde, büyük yatırımlarla kurulan içme suyu arıtma tesislerinden geçirilerek kullanıma sunulan su kalitesi Dünya Sağlık Örgütü standartlarını yakalamıştır. Uygun kalitedeki içme-kullanma suları temiz ve sağlıklı koşullarda depolanmaz ise suyun kalitesi olumsuz yönde değişmekte ve zararlı mikroorganizmalar için ortam oluşturmaktadır. İçme ve kullanma sularının güvenilir ve sağlıklı bir şekilde depolanması için tüketicilerin bu konuda bilinçlendirilmesi gerekmektedir.

- Sağlıklı ve uygun koşullarda su depolamak için
 - Deponun belirli periyotlarla mutlaka temizlik ve dezenfeksiyonu yapılmalıdır.
 - Su, depoda uzun bir süre bekletilmeden yani sadece su kesintisi olduğu zaman değil
 - sirkülasyon halinde tüketilmeli.
 - Depo, suyun özelliklerini bozmayacak nitelikte olmalı veya uygun bir malzeme ile kaplanmalıdır.
 - Depo içinde boru bağlantılarında (kanalizasyon, kalorifer ve su tesisatı) sızıntı olup olmadığının kontrolü yapılmalıdır.
 - Depodan belirli aralıklarla numuneler alınarak analizleri yaptırılmalıdır.



Resim 4.1: Depoların dezenfeksiyonu

4.2.2. Standart

Suların depolandığı depo niteliği, suyla etkileşimi açısından önemlidir. İçme-kullanma sularının depolanmasına ilişkin depo niteliğinin taşınması gereken kriterlerle ilgili yasal bir mevzuat bulunmamakla birlikte 17 Şubat 2005 tarih ve 25730 sayılı "İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik" de depo niteliği fayans olarak belirtilmiştir. Ayrıca bu yönetmelikte suların niteliklerini değiştirmeyecek paslanmaz çelik ve benzeri maddeler ile

yapılmış depolar ve suyla temas eden yüzeylerin epoksi gibi maddelerle kaplı çelik tanklar da kullanılabilir şekilde maddelenmiştir.

Ülkemizde kullanılan depo türleri; çelik, galvaniz, paslanmaz, sac, fiber, beton ve fayans depolar olarak sınıflandırılmaktadır. Kullanılan birçok deponun suyla olumsuz etkileri tespit edilmekle birlikte kullanımına devam edilmekte ve bu konuda herhangi bir yasal düzenleme getirilmemektedir.

Özellikle sac depolar, ömrü dolmuş galvaniz ve çelik depolar suyun kalitesini olumsuz yönde etkilemektedir. Yapılan çalışmalarda depoların büyük çoğunluğunun paslı sac depolar olduğu tespit edilmiştir. Bu depoların uygunsuz olduğu iyi kalitede suyu bile kirlettiği suya renk ve pas verdiği bilinmektedir. Bu durum ilk etapta fiziksel kirlilik olarak tespit edilse de (sudaki renk) zamanla insan sağlığını tehdit edici rahatsızlıklara neden olmaktadır. Beton depolarda ise suyun kimyasal yapısı (korrozif, yumuşak, mineralce zengin vb.) depo yüzeyinde etkileşime neden olabilmektedir.

Kullanma ömrü dolmuş ve yüzeyi dökülmüş (fayans, beton) kullanımı elverişsiz depolar için uygun bir yalıtım malzemesi belirlenmelidir. Bu yalıtım malzemesinin suyla etkileşimi ve içme-kullanma suyu kalitesi üzerindeki etkileri belirlenip bu konu ile ilgili gerekli yasal çalışmaların yapılması gerekmektedir.

İç yüzeyler fayans veya suyun niteliğini bozmayacak bir madde ile kaplanmalı, en az iki göz oda ile bir manevra odasından oluşmalıdır. Gözlerinin içine girişler manevra odasından veya manevraya müsaade eden vana gruplarından yapılmalı ve depo içine sabit merdiven konmamalıdır. Giren ve çıkan sudan numune almak ve giren suyun debisini ölçmek için gerekli tertibat bulunmalıdır.

Herhangi bir bina ile bitişik yapılmaz ve çatısı bulunmaz. Ancak, gerekli durumlarda imlahane ile bitişik olabilir. Havalandırılmasının sağlanması ve dışarıdan su ve başka maddelerin girmesinin önlenmesi için uygun bir havalandırma bacası bulunmalıdır.

Su girişi yapan, imlahaneye veren ve tahliyede kullanılan borular, depo içinde, su ile temas etmeyecek şekilde düzenlenir. Manevra odasında, depo gözlerine giren ve çıkan borular ve bunların birbiri ile olan bağlantıları bir şemada gösterilir ve bu şema manevra odasının görülebilir bir yerine asılır. Suların niteliklerini değiştirmeyecek paslanmaz çelik ve benzeri maddeler ile yapılmış depolar ile su ile temas eden yüzeylerin epoksi gibi maddelerle kaplı çelik tanklar da kullanılabilir.

4.2.3. Gereği

Nüfusun hızla arttığı modern kentleşme sürecinde ve dağınık yerleşimin sürdürüldüğü kırsal alanlarda içme ve kullanma suyu temini önemli bir sorundur. Gerek yerel yönetimler gerekse şahıslar su ihtiyacını kesintisiz olarak sağlamak için çeşitli boyut ve niteliklerde su depoları kullanarak su sorununu çözmüşlerdir. Bu depolar şehir şebeke suyunun uygun arıtmalardan geçirilip bekletildiği çok büyük tonajlı olabileceği gibi; kamu kurum-

kuruluşlarında, endüstriyel-ticari alanda ve insan hayatının idame edildiği konut ve binalarda kullanılan büyüklü küçüklü binlerce farklı boyutta su depoları da olabilmektedir.

Su temininin sürekli ve istenen miktarda olmadığı, şebeke hattının mevcut olmadığı veya su basıncının yetersiz kaldığı bölgelerde su depoları zorunlu bir ihtiyaçtır. Suyun depolanması özellikle hastane, okul, ibadethane ve fabrika gibi toplu tüketim alanlarında hayati önem taşımaktadır. Toplu tüketim alanlarında çok kısa süreli su kesintileri dahi sağlık açısından önemli rahatsızlıkları da beraberinde getirmektedir.

Su kaynaklarının mevsimsel olarak yetersiz olduğu (yer altı suları, yağış suları ile beslenen göl, havza ve baraj suları) dönemlerde su kesintileri sıkça yaşanmaktadır. Ayrıca şehir şebeke suyunu sağlayan içme suyu arıtma tesislerinin yüksek enerji ihtiyacı nedeniyle özellikle enerji sıkıntısı yaşandığı ve elektrik sağlanamadığı dönemlerde su sıkıntıları yaşanabilmektedir.

UYGULAMA FAALİYETİ

Aşağıdaki işlem basamaklarını takip ederek yer altı sularından faydalanmak amacıyla açılan kaptajın ve su depolarının kontrolü ile ilgili araştırma yaparak topladığınız bilgileri raporlaştırınız.

İşlem Basamakları	Öneriler
<ul style="list-style-type: none">➤ Sağlıklı ve güvenli su teminini sağlamaya yönelik kontrolleri araştırınız.	<ul style="list-style-type: none">➤ ➤ Su kaynaklarının korumasını, kullanıma uygunluğunun kontrolünü, sekonder kirlenmenin kontrolünü ve eğitim aşamalarından oluştuğunu dikkate alabilirsiniz.➤ ➤ Sağlıklı ve güvenli suyun temin edilmesi için mevcut mevzuatı inceleyebilirsiniz.➤ Sağlıklı ve güvenli su temin edilmesi için hangi yapıların ve işlemlerin yapılması gerektiğini araştırabilirsiniz.
<ul style="list-style-type: none">➤ Su kaynaklarının kontrolü hakkında inceleme yapınız.	<ul style="list-style-type: none">➤ ➤ Yönetmeliklere göre yer altı sularının korunması amacıyla yapılması gerekenleri araştırabilirsiniz.➤ Yer üstü su kaynakların korunması amacıyla neler yapılması gerektiğini araştırabilirsiniz.➤ Yönetmeliklerde uygulanması gerekenlerin neler olduğunu araştırılabilirsiniz.
<ul style="list-style-type: none">➤ Kaptajda uyulması gereken teknik ve hijyenik şartları araştırınız.	<ul style="list-style-type: none">➤ Yaşadığınız çevrede kaptajları inceleyerek teknik ve hijyenik açıdan inceleyebilirsiniz.
<ul style="list-style-type: none">➤ Depolarda uyulması gereken teknik ve hijyenik şartları inceleyiniz.	<ul style="list-style-type: none">➤ Su depo çeşitlerinin, nerelerde ve hangi kriterlere göre yapılacağını, var olan depoların hangi kriterleri taşıyacağını yetkililerden öğrenebilirsiniz.
<ul style="list-style-type: none">➤ Topladığınız bilgileri raporlaştırınız.	<ul style="list-style-type: none">➤ Elde ettiğiniz bilgileri rapor teknikleri yazım kurallarını dikkate alarak yazabilirsiniz.➤ Sayısal ve görsel verilerden yararlanabilirsiniz.

KONTROL LİSTESİ

Bu faaliyet kapsamında aşağıda listelenen davranışlardan kazandığınız beceriler için **Evet**, kazanamadığınız beceriler için **Hayır** kutucuğuna (X) işareti koyarak kendinizi değerlendiriniz.

Değerlendirme Ölçütleri	Evet	Hayır
1. Sağlıklı ve güvenli su teminini sağlamaya yönelik kontrolleri araştırdınız mı?		
2. Su kaynaklarının kontrolü hakkında inceleme yaptınız mı?		
3. Kaptajda uyulması gereken teknik ve hijyenik şartları araştırdınız mı?		
4. Depolarda uyulması gereken teknik ve hijyenik şartları incelediniz mi?		
5. Topladığınız bilgileri raporlaştırdınız mı?		

DEĞERLENDİRME

Değerlendirme sonunda “**Hayır**” şeklindeki cevaplarınızı bir daha gözden geçiriniz. Kendinizi yeterli görmüyorsanız öğrenme faaliyetini tekrar ediniz. Bütün cevaplarınız “**Evet**” ise “Ölçme ve Değerlendirme”ye geçiniz.

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki cümlelerde boş bırakılan yerlere doğru sözcükleri yazınız.

1. Sıcak su kaynakları genellikledaha sıcak olan suları kapsamaktadır.
2. Teknik usullerle çıkartılmayıp yer yüzüne kendiliğinden çıkan suların alınması şarttır.
3. Debi ölçmeleri sırasında hava sıcaklığı ile birlikteölçülmelidir.
4. Sıcaklık derecelerindeki değişimfazla olan kaynaklar yüzey suları ile karışmış oldukları anlamına gelir.
5. Su, depoda uzun bir süre bekletilmeden yani sadece su kesintisi olduğu zaman değilhalinde tüketilmelidir.
6. 17 Şubat 2005 tarih ve 25730 sayılı "İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik" de depo niteliğiolarak belirtilmiştir.
7. Özellikle sac depolar, ömrü dolmuş galvaniz ve çelik depolarolumsuz yönde etkilemektedir.
8.kaynaklarından genellikle insanlar veya hayvanlar için içme suyu olarak yararlanılır.
9. Su girişi yapan, imlahaneye veren ve tahliyede kullanılan borular, depo içinde, su ileetmeyecek şekilde düzenlenir.

DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru ise "Modül Değerlendirme"ye geçiniz.

MODÜL DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki cümlelerde boş bırakılan yerlere doğru sözcükleri yazınız.

1., organik ve inorganik maddeler içeren atık su ile hem canlı hem de ölü mikroorganizmaların karışımıdır.
2. taş veya plastik dolgu malzemesinden oluşurlar.
3. Serbest klorun sudaki dezenfeksiyon gücü suyungöre değişir.
4. Suyun sıcaklığı arttıkçaçözünme verimi azalır.
5. Su amonyak ihtiva ettiği takdirde klorlamanınetkisi olabilmektedir.

Aşağıdaki cümlelerin başında boş bırakılan parantezlere, cümlelerde verilen bilgiler doğru ise D, yanlış ise Y yazınız.

6. () Kaynatma usulü her yerde ve şartta kolayca uygulanabilecek basit bir usul değildir.
7. () Hastalık yapıcı mikroorganizmaları ve sporları yok eden ürünlere dezenfektan denir.
8. () Kimyasal yöntemle yapılan dezenfeksiyonda dezenfektan olarak çeşitli kimyasal maddeler kullanılır.
9. () Dezenfektanlar genel olarak kuvvetli zehirler değildir.
10. () Suyun sıcaklığı arttıkça ozonun çözünme verimi artar.
11. () Potasyum permanganat kuvvetli bir oksidasyon maddesidir.
12. () Fiziksel arıtma, katı maddelerin, sıvı ve katı yağların uzaklaştırılmasıdır.
13. () Izgaralarda tutulan maddeler arıtma tesisi sahasında depolanırlar.
14. () Ögütücüler atık su kanalı üzerine monte edilmezler.
15. () İyi bir dezenfeksiyon için yeterli temas süresi sağlanmalıdır.
16. () Ozon çok etkili ve ucuz bir dezenfeksiyon maddesidir.
17. () Sıcak su kaynaklarından genellikle insanlar veya hayvanlar için içme suyu olarak yararlanılır.
18. () Çıkış borusunun depodan çıktığı yerin ağzında bir süzgeç bulunmalıdır.
19. () Depodan belirli aralıklarla numuneler alınarak analizleri yaptırılmalı.
20. () Sac depolar, ömrü dolmuş galvaniz ve çelik depolar suyun kalitesini olumsuz yönde etkilemektedir.

DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru ise bir sonraki modüle geçmek için öğretmeninize başvurunuz.

CEVAP ANAHTARLARI

ÖĞRENME FAALİYETİ-1'İN CEVAP ANAHTARI

1	mikroorganizmaları
2	100 °C'de
3	ultraviyole ışın
4	dezenfektan
5	ozon
6	iyotla
7	oksidasyon
8	ozonizörler
9	dezenfeksiyon
10	ultraviyole

ÖĞRENME FAALİYETİ-2'NİN CEVAP ANAHTARI

1	fiziksel arıtma
2	elekler
3	pıhtılaştırma
4	anaerobik stabilizasyon havuzları
5	atık su arıtma
6	ızgara ve elekler
7	öğütücüler
8	konsantre
9	flotasyon,
10	oksijenli

ÖĞRENME FAALİYETİ-3'ÜN CEVAP ANAHTARI

1	iletişim (isale) hattı
2	1,30 m kazılması
3	su pompajla
4	konik tarzda
5	çift isale hat
6	UV ünitesinin
7	kimyasal kaplamayla

ÖĞRENME FAALİYETİ-4'ÜN CEVAP ANAHTARI

1	35 °C'den
2	kaptaja
3	su sıcaklığı da
4	2 °C'den
5	sirkülasyon
6	fayans
7	suyun kalitesini
8	soğuk su
9	temas

MODÜL DEĞERLENDİRMENİN CEVAP ANAHTARI

1	aktif çamur
2	damlatmalı filtreler
3	pH derecesine
4	ozonun
5	kanserojen
6	Yanlış
7	Doğru
8	Doğru
9	Yanlış
10	Yanlış
11	Doğru
12	Doğru
13	Yanlış
14	Yanlış
15	Doğru
16	Yanlış
17	Yanlış
18	Doğru
19	Doğru
20	Doğru

KAYNAKÇA

- DEMİR Ahmet, Eyüp DEBİK, Gürdal KANAT, **Atık Su Arıtımında Fiziksel Kimyasal ve Biyolojik Metotlar**, YTÜ Yayın Merkezi, İstanbul, 2000.
- OĞUR Recai, Ö. Faruk TEKBAŞ, Metin HASDE, **Klorlama Rehberi (İçme ve Kullanma Sularının Klorlanması)**, Ankara, 2005. Isbn: 1302-0471
- ÖNER Bedriye, Nusret ŞEKERDAĞ, **Renk ve Bulanıklığa Sahip Suların Arıtılması**, Türkiyede Çevre Kirlenmesi Öncelikleri Sempozyumu V, 2006.
- <http://web.deu.edu.tr/atiksu/ana58/evsel08.html> (06.05.2014/ 10:51)
- **İçme ve Kullanma Sularının Dezenfeksiyonuna Ait Yönetmelik** (R.G.16.5.1967 tarih / 12599)
- İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik. (R.G.Tarihi:17.02.2005,R.G.Sayısı:257309),
- <http://www.saglik.gov.tr/TR/BelgeGoster.aspx?F6E10F8892433CFFAAF6AA849816B2EF66974C3824B6070A>
- **Su Temini ve Denetimi İle İlgili Yasal Düzenlemeler**, Sağlık Bakanlığı Temel Sağlık Hizmetleri Genel Müdürlüğü, Gıda Güvenliği Daire Başkanlığı Ankara, 2005.